RACCOLTA

D' AUTORI ITALIANI

CHE TRATTANO

DEL MOTO DELL' ACQUE

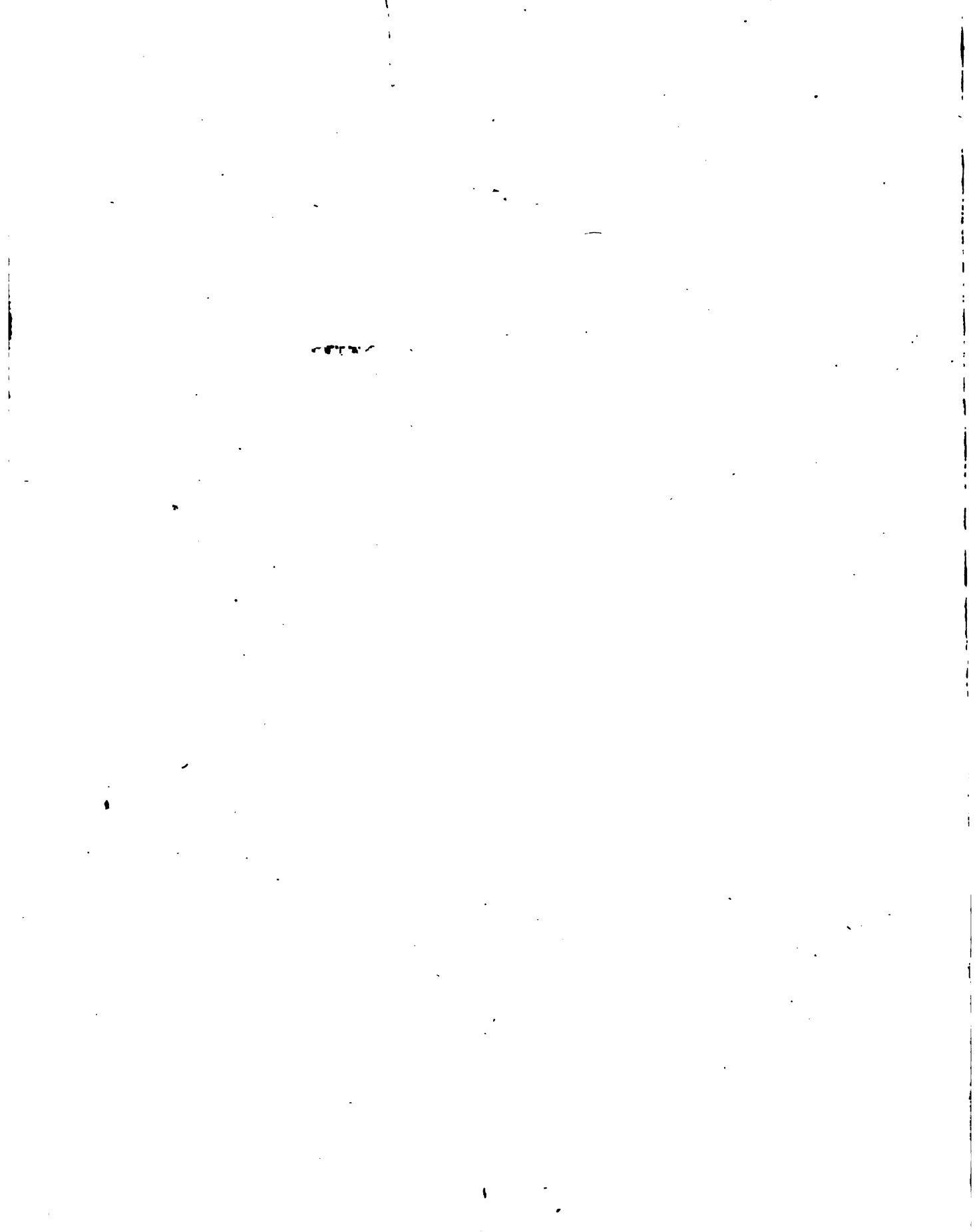
TOMO VI.

Prezzo per gli Associati

Fogli 67½ di stampa a cent. 22. il foglio -	lir. 14 : 85
N.° 2. Tavole geometriche - - - - - -	„ — : 44
Legatura - - - - - - - - - - - - - -	„ — : 25
	lir. 15 : 54

Per i non associati il prezzo è di lir. 20.

BOLOGNA 1823

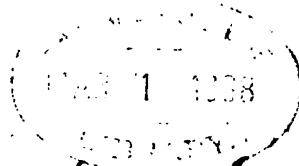
TIPOGRAFIA MARSIGLI.

RACCOLTA
D'AUTORI ITALIANI
CHE TRATTANO
DEL MOTO DELL' ACQUE

EDIZIONE QUARTA

ARRICCHITA DI MOLTE COSE INEDITE,
E D' ALCUNI SCHIARIMENTI.

TOMO VI.

BOLOGNA · MDCCCXXIII

DALLA TIPOGRAFIA DI JACOPO MARSIGLI.

OPUSCOLI

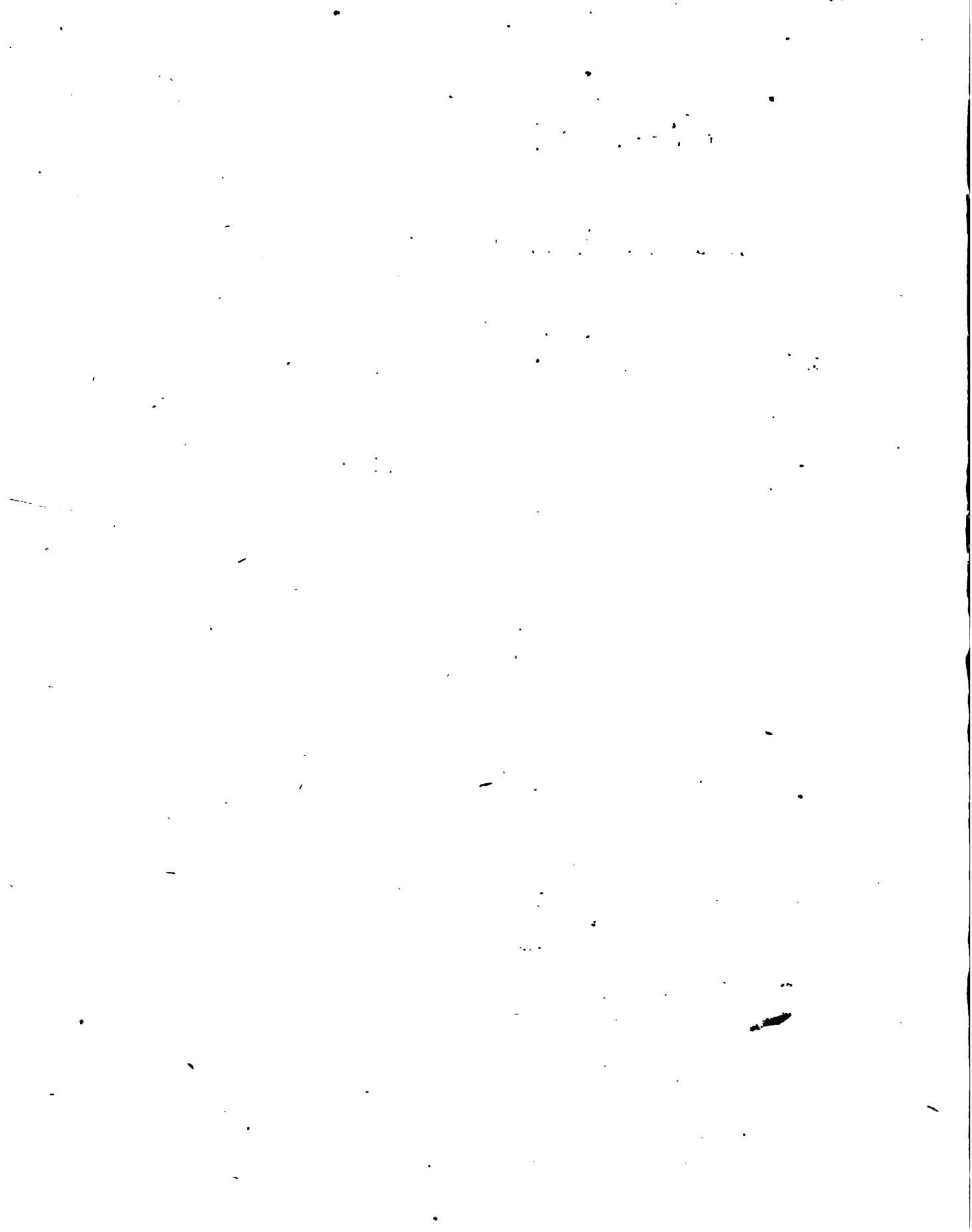
IDRAULICI

DI GIOVANNI POLENI = DEL P. D. PAOLO FRISIO

DI J. B. D. G. D. G. = DEL PADRE ANTONIO LECCHI

DI TOMMASO PERELLI = DI GIOVANNI BACIALLI

Bologna 1823

Tipografia Marsigli

DEL
MOTO MISTO DELL' ACQUA

DEL MARCHESE

GIOVANNI POLENI

LIBRO PRIMO.

I. Io soglio in moltissimi casi ammirare gl' ingegni, e l' opre de' moderni matematici; ma principalmente nelle osservazioni, e negli usi di quelle leggi della natura, le quali molto tardi essendosi scoperte, e trasferite dalla scienza fisica alla stessa matematica, arricchirono questa di nuove, ed utilissime parti. Fra queste nuove, e sì utili parti della matematica avvi la dottrina dell' acque correnti, alla quale, prima di esporre ciò, che io penso, che si possa aggiugnere, e ciò, ch' io mi propongo, trattando della medesima aggiunta, è necessario, ch' io prometta alcune definizioni, ed alcune altre poche cose. E a dir il vero, se v' è alcun nuovo trattato di cose matematiche, che debba assolutamente aver principio dalle definizioni, sembra egli esser questo, che ora intraprendo; conciossiachè senza definizioni, o sia spiegazioni de' nomi, che dovrannosi adoperare, potrei appena trovare il titolo, con cui appellar ciò, che trattar si deve. E però espongo subito le definizioni di quelle cose, le quali m' è necessario di proporre.

II. Chiamerò dunque acqua morta quella, le di cui particelle tutte della superficie superiore (se non fossero troppo poche) sono egualmente distanti da quel punto medio, al qual tendono tutti i corpi gravi, e perciò, essendo eguali i momenti delle parti, tutta l' acqua sta in quiete. Quindi per nome di superficie d' acqua morta s' intenda quella superficie superiore dell' acqua, le di cui particelle tutte sono ugualmente distanti dal medesimo punto medio.

III. Se da un qualche punto della superficie dell' acqua morta si lasci cadere una perpendicolare nel fondo sottoposto, la distanza, che vien misurata da questa linea, si nominerà altezza morta.

IV. Acqua viva dirassi quella, che riceve il moto della pressione dell' acqua sopraincombente, e al moto di cui, mentr' essa verso qualche parte si muove, niuna altr' acqua si oppone con un contrario moto: così a cagion d' esempio, acqua viva è quella, che cade liberamente dal foro aperto di un qualche vaso.

V. Se da un qualche punto della superficie superiore dell' acqua viva si lasci cadere la perpendicolare all' infima superficie della stessa acqua viva, la distanza, che da una tal linea verrà misurata; si nominerà altezza viva.

VI. Il moto dell' acqua viva il chiamerò col nome di moto semplice.

VII. Se poi vogliamo supporre, che l' acqua non possa passare dal luogo A all' altro luogo B (*fig.* 1. *tav.* 1.) se non per una certa quasi finestra CEFD, la di cui infima soglia sia parallela all' orizzonte, e l' estremità laterali CE, DF sieno perpendicolari; questo lume aperto in questa guisa il chiameremo sezione retta.

VIII. Se la larghezza EF della sezione retta sarà infinitamente piccola, allora la sezione retta si denoterà col nome di perpendicolare.

IX. La sezione retta per la quale passerà l' acqua viva si chiamerà sezione del moto semplice; e la perpendicolare, per la quale passerà l' acqua viva, si chiamerà perpendicolare del moto semplice.

X. Ora in alcuna retta sezione CEFD (*fig.* 2. *tav.* 1.) tanto in A di là dalla sezione, quanto in B di qua dalla stessa, la superficie dell' acqua morta sia quella, che passi per la linea PZ parallela alla base della stessa sezione; nella qual sezione inoltre l' altezza morta sia EP. Indi si concepisca sopra la superficie, che passa per PZ, situata nel luogo A, un' altr' acqua viva (la quale, quando alcun' acqua non le faccia ostacolo, potrà muoversi dal luogo A al luogo B), e l' altezza viva di questa sia GP. Ne verrà, che l' acqua GPZR si muova per la sezione CEFD, poichè sarà viva; e si muova eziandio l' acqua morta PEFZ, poichè sarà premuta dall' acqua viva soprapposta; e però si muoverà tutta l' acqua GEFR: ed un tal moto si chiamerà (per maggior brevità) moto dell' acqua misto, cioè composto del moto dell' acqua viva, e del moto dell' acqua morta.

XI. La sezione retta, per cui scorrerà l' acqua con moto misto, si nominerà sezione del moto misto: e parimente la perpendicolare, per cui scorrerà l' acqua con moto misto, si chiamerà perpendicolare del moto misto.

XII. Tutta l' altezza GE dirassi altezza mista.

XIII. Se da tutta una perpendicolare esca qualunque data quantità di acqua in un dato tempo, ma con varie velocità, secondo i varj punti della medesima perpendicolare, velocità media si chiamerà quella colla quale la medesima quantità data sarebbe uscita nel

medesimo dato tempo, se l'acqua fosse uscita da tutti i punti della perpendicolare con velocità uguali; ovvero la velocità media è quel, che nasce da tutte le velocità dell' acqua prese insieme divise per l'intiera altezza dell' acqua corrente. Questa media velocità si potrà poi adoperare come misura, ovvero indizio della velocità.

XIV. Per la perpendicolare del moto semplice, la velocità si potrà dire velocità media del moto semplice: per la perpendicolare del moto misto, la velocità dicasi velocità media del moto misto.

XV. D'onde ne viene, che oltre il moto semplice dell' acqua, se ne dà un altro, cioè il moto misto; e quanto questo sia necessario da considerarsi, per iscoprire le proprietà del moto dell' acqua ne' fiumi, nelle lagune, e ne' porti, conoscerallo certamente ciascheduno, che farà riflesso, che ne' fiumi, nelle lagune, e ne' porti una gran copia d'acqua scorre con questo medesimo moto misto: e se al vero m' appongo, o vantaggioso esser dee il conoscere la natura di tal moto, o non v' ha cognizione di moto alcuno dell' acqua, che sia vantaggioso. Anzi, se alcuno mediterà questo punto seriamente, potrà forse venire in opinione, che non solo questo moto debba essere attentamente considerato, ma che la considerazione del medesimo si debba fare per coadiuvare le considerazioni delle altre sorte di moti di acque. E questo moto misto è quello, la natura del quale mi son io proposto di spiegare in questi due libri. Se ciò sia per riuscirmi felicemente, o no, io non lo so: so bene questo, ch' io esporrò con tutta fedeltà quelle osservazioni, che ho fatte; quelle verità, che ho creduto di poter legittimamente dedurre dalle osservazioni medesime; e di più ciò, che mi parve come suggerito, e mostrato da un buon uso della ragione, e quelle cose tutte, ch' io potei imparare, o interrogandone uomini pratici, o facendone pratica da per me stesso. Per altro confesso di mettermi ad un' impresa di molto rischio, sì perchè tutte le cose miste di cose dissimili portano seco molte difficoltà, sì perchè, non essendo mai (per quanto io sappia) stata fatta parola di questo moto misto da alcuno di quelli, che trattarono della dottrina delle acque correnti, non è leggiera difficoltà neppure quella, che nasce dalla novità della cosa. Sperò però, che i leggitori cortesi avendo riguardo alle cose or ora dette, vorranno prendere in buona parte le mie fatiche.

XVI. Per quello poi, che appartiene al metodo di trattare la materia, io non metterò le cose sotto degli occhi con quel rigoroso severo metodo de' geometri; conciossiachè m' accaderà di dover parlare di molte cose fisiche, e di più quel metodo potrebbe riuscire troppo scabroso ad alcuni; ma ciò non ostante procurerò di seguitarlo con tutta la diligenza se non nella partizione, e nel discorso sì stretto, almeno nella esattezza. Intorno poi all' ordine delle cose,

che dovranno dirsi: esporrò nel primo libro quegli esperimenti, coi quali ho tentato di scoprire la natura del moto misto; indi ne caverò alcuni teoremi, e darò alcuni problemi utili alla dottrina del moto misto; in terzo luogo accennerò, che colla più sublime analisi matematica si può cercar d' investigare alcune proprietà più intime del medesimo moto; nel secondo libro, proposte come un esempio le Venete lagune (le quali considererò anche come porti), e le bocche de' loro porti, e i fiumi che correvano, o corrono nelle stesse lagune, procurerò di dimostrare di qual uso sia la dottrina del moto misto per conservare, e per mettere, e tenere in buono stato le lagune, e li porti, ed i fiumi ancora. Mi sia intanto conceduto di premettere poche cose intorno alla natura dell' acqua, intorno all' origine della dottrina del moto semplice, ed alle di lui proprietà.

XVII. Ma sarò breve; imperocchè incominciando dall' acqua, cercherò solamente quelle proprietà, delle quali spesso dovrà farsi menzione. Nè io prenderò certamente la cosa tropp' alto, cercando, se l' acqua debba mettersi fra i corpi duri, come certuni pensano, i quali osservano, che l' acqua è dura, se venga abbandonata dal calore, ed affermano, che allora veramente apparisce la natura dell' acqua quando ella è pura, e non son punto della forza del calore agitate le sue particelle; laddove potrebbe dirsi, essere ella simile ad un metallo, se non che questo si liquefà solamente colla forza di un gran calore, quella di pochissimo. Che sarebbe poi, se l' acqua si agghiacciasse, perchè le sue particelle venissero legate insieme da un corpo estraneo? Ma checchè ne sia intorno al genere de' corpi, fra i quali debba noverarsi l' acqua, noi già la consideriamo liquida, e fluida, anzi ci serviamo specialmente di quelle cose, che ad essa si competono come ad un corpo di tal natura. Corpo fluido poi diciamo quello, le minime particelle del quale possono cedere a qualunque forza, e per qualunque forza possono muoversi ancora fra di loro. Sia un tal corpo composto di sì fatte particelle, e le particelle stesse, benchè agitate da un qualche moto, non però vengono ritenute, o spinte con tanta forza, quanto uguagli, o superi quella della gravità delle medesime: poichè le stesse particelle cedono a qualunque forza, si lasceranno trarre eziandio dalla forza della gravità, la quale essendo eguale in tutte, le equilibrerà talmente, che uguali riusciranno eziandio i momenti delle medesime, cioè sembrerà il corpo starsene in quiete. Un tal corpo si chiama liquido. Indi ne segue, che nessuna particella d' un liquido, che sta in quiete non possa accostarsi a quel punto medio, al quale tendono tutti i gravi, se un' altra non venga sforzata ad allontanarsi da quello: donde poi ne viene, che le particelle tutte d' un fluido, che sta in quiete, le quali formano la superficie superiore, sono per eguali spazj lontane da

quel punto medio: e però nè l' acqua, nè alcuno de' corpi chiamati fluidi, si deve porre fra i corpi affatto fluidi, e liquidi; ma potendo le particelle dell' acqua facilissimamente e cedere ad una piccolissima forza, e muoversi fra di loro, e collocarsi eziandio come porta la gravità; se si concepisca la differenza, che passa fra ciò, che si fa facilissimamente, e ciò, che si fa senza alcuna menoma difficoltà, non sarà niente difficile neppur l' intendere ottimamente la natura dell' acqua dalla natura stessa del corpo perfettamente liquido, e fluido. Quello poi, che impedisce, che l' acqua non possa dirsi assolutamente fluida, ovvero quella picciolissima difficoltà dell' acqua al muoversi, che nasce da una certa proprietà delle particelle di essa, potrà chiamarsi viscosità dell' acqua.

XVIII. Perchè poi le stesse particelle cedono così facilmente alla forza, ne segue, che se qualche acqua scorra in un' altra, che sta in quiete, non si propaghi il moto per l' acqua quieta in linea retta, se non dove le particelle dell' acqua sieno direttamente disposte: come si mostra universalmente di tutti i fluidi nell' aureo trattato di quell' uomo sommo Isacco Newton. Conciossiachè, se l' acqua che scorre, spinga le particelle V, B, C, D, E (*fig.* 3. *tav.* I.) poste in linea retta, potrà propagarsi la pressione da V ad E; ma una particella E premerà le due particelle F, G, poste in altra maniera; queste poi premeranno le circonvicine T, H, I, K, e così la pressione si diffonderà non solo verso la parte interiore, ma eziandio lateralmente; e ciò tanto più, quanto più il moto verrà impresso nelle particelle, che ricevono la pressione obliquamente; e più facilmente *diffonderassi* ai lati, se le particelle dell' acqua sopravvegnente scaccino di luogo le particelle di quell' acqua, che prima era in quiete. Se però le particelle, che sono alla sommità d' un fluido, vengano premute da peso, che sopra vi carichi, e le laterali vengano per la maggior parte trattenute dalle pareti d' un qualche vaso, onde non possano muoversi, la cosa succederà diversamente. Oltre di che, se troppa sia la copia dell' acqua, le particelle F, T, L, e le vicine ad esse piegheranno ad un lato, e le particelle N, O, P, R, ad un altro; ma le intermedie dai lati troppo lontane prenderanno moto per linee prossimamente rette, fino a tanto che sieńsi ritirate da una parte, e dall' altra tante particelle, che le stesse intermedie possano anch' esse piegare ai lati, se vengono obliquamente premute. Nè si dee lasciar d' avvertire, che la quantità del moto dell' acqua corrente in sì fatte cose vale moltissimo.

XIX. L' acqua non agghiacciata, come noi la consideriamo, è necessario, che abbia qualche calore: ciò si trova espresso dottissimamente da Cicerone nel libro II. della natura degli Dei: *Che coll' acqua* (dic' egli) *vi sia mescolato del calore, lo dimostra il liquore*

stesso, e l' effusione dell' acqua: e però potendo le particelle dell' acqua muoversi facilissimamente, è necessario ancora, ch' elleno abbiano un qualche moto per cagion del calore. Questo moto certamente non le agiterà in modo, che non possa parere tutta l' acqua essere in quiete, se si rimetta agli occhi il giudizio; le agiterà però con qualche moto da non disprezzarsi nella considerazione degli effetti de' liquidi: questa maniera di agitazione è solita chiamarsi moto intestino dell' acqua. E questo medesimo moto, tra l' altre cose, è la cagione, per cui il sal marino (del quale ora parliamo) resti sciolto dall' acqua: conciossiachè il sale per ragione dello stesso moto interno dell' acqua, essendo di sua natura capace di molte divisioni, resta diviso in picciolissimi corpicelli; di modo, che quel picciolissimo impeto, fatto in quei picciolissimi corpicelli dall' interno moto dell' acqua, possa aver più forza, che non ha la forza dell' eccesso, con cui i corpi salini potessero superare in gravità una egual mole d' acqua; così tali corpicelli si mescolano colle particelle dell' acqua, e fra quelle si collocano: onde è credibile, che l' acqua salsa per tale aggiunta non solo si renda più grave dell' acqua dolce, ma ancora conservi minore tenacità; e si può anco riflettere, che le particelle dell' acqua si muovono, e scorrono più facilmente sopra i frapposti frammenti di sale. Che l' acqua salsa poi sia più grave, ed abbia minore tenacità, che non ha l' acqua dolce, egli è anche manifesto per esperienza.

XX. E siccome non v' ha dubbio, che le particelle dell' acqua, insinuandosi fra le piccolissime parti de' corpi non fluidi, e subentrando ne' luoghi vacui, vadano radendo le stesse, ed abbiano vigore di staccare una parte dall' altra; così urtando, e spingendo, possono vincere la coerenza delle stesse parti del corpo non fluido; e possono ancora più facilmente esse parti de' corpi non fluidi essere corrose dall' acqua salata; poichè non solo le particelle dell' acqua, ma ancora i sali, che corrono per le parti de' corpi non fluidi, urtano, e spingono le stesse; e se quella coerenza non può essere vinta, almeno può rallentarsi, e in tal maniera diventar il medesimo corpo più molle che prima. Per lo contrario poi può accadere alcuna volta, che le parti minime di certi corpi non fluidi portate dall' acqua si separino da essa, e s' insinuino fra le parti di qualche corpo molle in modo, che perdendo il moto, ed ammassandosi vi si attacchino, ed induriscano alquanto quel corpo, che era molle.

XXI Dalle suddette cose si comprende chiaramente, che qualunque acqua può acquistar forza di corroder la terra (e sotto il nome di terra intendo anco il limo, li fondi molli, ed altri simili corpi) se oltre il moto interno venga l' acqua stessa agitata da un qualche altro estraneo moto. Imperocchè quando le particelle dell' acqua

urteranno le parti minime della terra, e verranno quelle al di dietro premute da altre, avranno finalmente vigore di superare la coerenza delle parti terrestri, e di trarle seco, e d' imprimere in esse varj moti: dalli quali lasciandosi condurre le medesime terrestri particelle, verranno qua, e là portate, e riceveranno sempre nuove direzioni dall' acqua agitata. Oltre di ciò varj moti potranno spingerle dalle parti più basse dell' acqua alle più alte. Imperocchè (per adoperare l' esempio, di cui si servì il cel. Cartesio per ispiegare l' elevazione nell' aria d' alcune parti minime de' corpi terrestri) siccome la polvere s' alza dalla terra, e va volando per l' aria, ed indi seconda il moto dell' aria medesima, se solamente venga premuta, ed agitata dai piedi di un qualche passeggiero, così ancora le piccolissime parti della terra urtate, ed agitate dall' acqua possono essere alzate, e spinte a qualunque parte, ed essere portate dallo stesso moto, con cui si muove l' acqua medesima. L' acqua poi colla terra in tal guisa mescolata, torbida suole chiamarsi.

XXII. Poste le suddette cose egli è chiaro dover necessariamente succedere, che se questo moto estrinseco dell' acqua si accresca, le particelle terrestri possono e staccarsi in maggior copia, e staccate che sieno, più facilmente restare agitate, e trattenute tra le parti dell' acqua. All' incontro poi se questo moto estrinseco dell' acqua si sminuisca, dovrà succedere, che in minor copia si stacchino le parti terrestri, e che le staccate risentano una minore agitazione, onde più difficilmente possano sostentarsi dentro dell' acqua: anzi molte di quelle nelle quali la forza della gravità era minore dell' impeto fatto dall' agitazione dell' acqua, e sminuita essa agitazione, restò poscia prevalente quella forza, molte, dissi, seguendo l' impulso della gravità, piuttosto che il moto impresso dall' acqua, riposeranno finalmente nel fondo del recipiente, da cui l' acqua sarà contenuta, e in tanto maggior numero caderanno ad esso fondo, quanto maggiore sarà il tempo, che nel recipiente stesso rimarrà l' acqua trattenuta. Da ciò si può in oltre dedurre, che accrescendosi la velocità dell' acqua, diviene essa più atta a tirarsi dietro le parti degli altri corpi, ed a superare, e togliere gl' impedimenti, che si opponessero alla sua direzione, ed al suo moto; e che succede bene il contrario, se la velocità si diminuisca. Ed in tutta questa dottrina si dee aver mira alla proporzione, che passa fra la forza, che somministra velocità alle particelle terree, e la quantità delle particelle stesse.

XXIII. E sebbene molte altre cose dir si potrebbero intorno alle proprietà dell' acqua, le fin qui dette però saranno principj sufficienti per le cose che si proporranno. Ora poi mi farò a parlare dell' origine, e del progresso della dottrina del moto semplice dell' acqua; e ciò farò non solo per la ragione da esporsi dappoi, ma

eziandio perchè giudicare si possa, se a ragione, o a torto abbia tentato il celebre Monsignor Raffael Fabretti, quasi difensor di Frontino, di togliere al celebre p. Benedetto Castelli la gloria a questo attribuita dell' invenzione della dottrina del moto semplice. Conciossiachè il Fabretti nel libro intitolato dell' Acque, ed Acquedotti dell' antica Roma, riprende acremente il Castelli, perchè questo, insegnando il metodo di conoscere la natura del moto dell' acqua corrente, disse, che non fu noto a Frontino quel teorema, nel quale si stabilisce, *che secondo la velocità dell' acqua, si varia la misura della medesima*. Di più pensando il Fabretti, che questo teorema (come portano le di lui parole) *faccia l' una, e l' altra pagina del libro*, scritto dal Castelli, sostenta acremente, che Frontino lo sapeva benissimo. Imperocchè, dic' egli, accenna Frontino, che una certa misura da lui presa traboccava, e rende esso Frontino la ragione di questo traboccamento con le seguenti parole: *e la ragione di ciò si è, perchè la forza più rapace dell' acqua, come cavata da un fiume largo, e celebre, rende la quantità aumentata col mezzo della velocità*. Soggiunge in oltre il Fabretti non essere stato occulto a Frontino, che essendovi due eguali fori in un vaso, venga l' acqua tramandata in maggior copia dal foro inferiore, che dal superiore: poichè volendo Frontino, che si dispongano i moduli di bronzo, da lui nominati, in linea retta, dice, *l' inferiore ne trae di più il superiore di meno, perchè il corso dell' acqua vien rapito* (*vale a dire incitato*) *dalla parte inferiore*. Io però, per non parer contenzioso, non solo tralascio la spiegazione data dal Fabretti alle parole di Frontino, dal quale forse potrebbe darsi più esatta; ma non ho neppure difficoltà, che si dica avere Frontino saputo, che l' acqua scorre più velocemente dal foro inferiore, che dal superiore (la qual cosa non era forse ignorata nemmeno dai di lui servi, che traevano il vino dalle botti dapprima piene, e dappoi scemate della metà), nè ripugno, che si dica inoltre essersi da Frontino saputo, che l' acqua con la velocità sua maggiore accresceva la misura: soltanto però, che non si dica essere stata da Frontino conosciuta quella scienza, della quale il Castelli in fatti ne fu il primo inventore. Essa già non consiste nel flusso, il quale ecceda di misura, non nella velocità dell' acqua inferiore, ma bensì nello stabilimento di un teorema, il quale esprima le leggi osservate dalla natura, ed i varj rapporti che vi sono tra i varj efflussi, e le varie velocità. Un sì fatto teorema fu ritrovato, e proposto dal p. Castelli, allora quando egli stabilì, che le velocità dell' acque correnti stiano sempre in ragione delle loro altezze: checchè poi ne sia della verità del teorema medesimo (conciossiachè il Castelli s' ingannò nel suo sperimento), è però certo, che il Castelli piantò un teorema, il quale fu l' origine di

una nuova scienza, ed il quale servì in fatti di fondamento a tutto il libro composto da esso p. Castelli; nè fu già quello, di cui dal Fabretti fu disputato. Laddove se questa cosa si consideri più diligentemente, si potrà conoscere con l' esame delle cose stesse di Frontino, che fu ignoto dagli Antichi il vero metodo di ritrovare la dottrina inserviente a determinare la quantità dell' acqua dalle cause della sua velocità. La qual verità si può anche comprendere da molte leggi: come dalla legge *Praetor ait.* I. nel §. Indi ff. tit. *de Rivis*; dalla legge *Lucio Titio* IV. ff. tit. *de aqua quotidiana, et aestiva;* dalla legge *Cum constet* V. ff. nel medesimo tit. dalla legge *Cui per fundum* VIII. ff. nel medesimo tit.; dalla legge *Rusticorum* II. ff. cit. *de servitutibus rusticorum praediorum;* dalla legge *Imperatores* XVII. ff. nel medesimo tit.; dalla legge *Aquaeductus* II. *C. Theodo.* tit. *de Aquaeductu;* dalla legge *Quicumque* VI. *C. Theodo.* nel medesimo tit. Si possono anco vedere tutte le leggi al tit. *C. de Aquaeductu;* e la legge *Praeses* VI. *C.* al tit. *de servitutibus et aqua*, ed altre ancora. Ed esse leggi, per la maggior parte, essendo state fatte, perchè nè si trattenga, nè si tramandi l' acqua più di quello, che convenevole sia; non fanno però le medesime menzione veruna o aperta, o oscura di alcuna regola, per di cui mezzo si possano le qantità dell' acqua indagare dalle velocità della stessa.

XXIV. Non avendo io dunque ritrovato fra tutti quelli, che ho letti (e ne ho letti non pochi) alcuno scrittore dell' acque, più antico del Castelli, il quale sapesse i principj della dottrina del moto semplice dell' acqua, ovvero della misura dell' acque, che corrono con quel moto; io mi appiglio all' opinione di quelli, che attribuiscono al Castelli l' invenzione della dottrina suddetta (non debbo però qui omettere, che dopo il tempo in cui scrissi queste cose, trovai in un libretto di Giovanni Buteone, autore anteriore al Castelli alcune cose degne di riflesso in questo proposito. Esso libretto si ritroverà con la mia lettera indirizzata all' Illustrissimo signor Marinoni, la quale pure si stamperà volgarizzata): ma siccome nessuna delle umane cose si può principiare, e perfezionare a un tempo medesimo, così il celebre Evangelista Torricelli, suo discepolo, stimò che la dottrina del p. Castelli si dovesse emendare nei libri del moto dei gravi, stampati l' anno 1644, tre anni dopo che fu pubblicata dal Castelli la dottrina della misura dell' acque. Conciossiachè stabilì il Torricelli, che le velocità dell' acqua, che corre con moto semplice, non sono come le altezze dell' acqua sopraincombente, siccome aveva insegnato il Castelli; ma in suddupplicata ragione delle medesime altezze: *La qual cosa*, dice il Torricelli, *fu ancora indagata coll' esperimento di Raffaello Maggiotti uomo fornito non meno di lettere, che di tutte le scienze, e con un felice esito fu autenticata*

la verità della nostra proposizione. Di questo stesso teorema ne fece un'altra dimostrazione il celebre Giambatista Baliani nel suo libro del moto naturale de' gravi, stampato l'anno 1646.

XXV. Ma Giambatista Barattieri, rinomato per la sua opera intitolata; Architettura dell' acque, nella seconda parte di essa opera stampata l'anno 1663; sostiene esser vero quello stesso teorema del Castelli, intorno la proporzione fra le velocità dell' acque, e l' altezze delle medesime.

XXVI. All' incontro il dottissimo sig. Edm. Mariotte, sì in altro luogo, come in quella eccellente opera postuma, stampata l' anno 1686, che porta il titolo *del Moto dell' acque*, fece molti esperimenti, e ritrovò molte cose, che favoriscono assolutamente il teorema del Torricelli.

XXVII. E perchè non vi rimanesse cosa, che detta non fosse, il celebre p. Francesco Eschinardo nel suo libro dell' Impeto, che venne alla luce l'anno 1684, appigliandosi come al partito di mezzo, afferma; che le velocità dell' acque, le quali sbocchino per fori eguali di un qualche vaso, sono in suddupplicata ragione delle altezze; ma che le velocità dell' acque, le quali sgorghino da un canale aperto dall' alto al fondo (o vogliamo dire da una retta sezione, e come riescono gli scoli de' laghi) sono nella medesima ragione delle loro altezze.

XXXIII. Non posso qui lasciar di avvertire, che l' opinione del Castelli fu parimente difesa dal chiarissimo Geminiano Montanari. Ho io veduto una nota da lui scritta di sua mano, in cui asseriva, che se i fori, dai quali si cava l' acqua, sono piccoli, non sempre apparisce vero il teorema del Castelli. Ma ciò quanto vale? quando quel teorema apparisce sempre, e chiaramente vero, se essi sono competentemente grandi.

XXIX. E dipoi ancora il celebre Domenico Guglielmini (il quale per qualche tempo fu discepolo del Montanari) con un bellissimo esperimento illustrò sommamente il proposto teorema del Torricelli: ed il dottissimo Pietro Varignon ne' Commentarj dell' Accademia Reale delle Scienze di Francia, appartenenti all' anno 1703, diede una egregia dimostrazione di quello stesso teoema, dedotta dalle leggi universali della natura: conciossiachè di quelle, che dagli altri erano state date per l' addietro, niuna a lui pareva intieramente ben lavorata. La medesima dimostrazione la diede ancora nella sua Foronomia Giacomo Hermanno, uomo dottissimo, ed onestissimo, che fu mio Collega, e la di cui amicizia mi fu sempre oltremodo cara (ora dir debbo, che la memoria di lui a me sarà pur carissima sempre). A questo scopo si riferisce ancora la dimostrazione trovata da un sommo Geometra, che per cagion d' onore nominò, cioè dal signor

Giovanni Bernoulli, come riferisce lo stesso Hermanno negli Atti degli Eruditi, pubblicati in Lipsia l' anno 1716.

XXX. Ma è oramai tempo, che io venga all' esperimento, mercè di cui si può investigare il rapporto, che passa fra le altezze dell' acqua, e le corrispondenti velocità; ed è lo stesso, che quello da cui concepire si può, quale sia la natura del moto semplice. E per molte ragioni sarà cosa giovevole, che si spieghi alquanto più diffusamente questo tale esperimento, e questo stesso rapporto, da cui affatto dipendono alcune proprietà del semplice moto dell' acqua. Ed è questa la terza parte delle cose, che si devono premettere alla dottrina del moto misto. L' esperienza adunque (prendo questa come la più chiara dell' altre) fu fatta dal già lodato Guglielmini, nella seguente maniera. Era preparato un vaso cilindrico competentemente grande, pieno d' acqua, alto quattro piedi; in una parte di esso erano aperti 16 fori forniti di laminette di rame, e nel mezzo di queste vi erano alcuni più piccoli fori rotondi, ciaschedun diametro de' quali era uguale alla quarta parte d' un' oncia. Questi fori erano posti in una medesima linea perpendicolare in distanza l' uno dall' altro once tre: e in questo stesso vaso si potea introdurre nuova acqua con artifizio tale, che in luogo dell' acqua, la quale usciva per qualche foro, se ne sostituiva sempre altrettanta, dimodochè il vaso sempre pieno restasse. Essendo in tal guisa preparate queste cose, ed otturati tutti i fori, trattone il più basso, che era distante dalla superficie superiore dell' acqua per 48 once d' altezza, fu raccolta l' acqua, che uscì dal medesimo foro, in uno spazio di tempo determinato (a cagione d' esempio di 15 minuti secondi). Indi otturato questo, ed apertone un altro al di sopra (il più vicino al primo), il quale era lontano dalla superficie superiore dell' acqua per 45 once d' altezza, si raccolse l' acqua, che ne uscì in uno spazio di tempo uguale al primo: e dal confronto della misura dell' acqua cavata nel primo tempo, e di quella che si cavò nel secondo, si comprese, che la quantità dell' acqua cavata nel primo tempo, stava alla quantità dell' acqua cavata nel secondo in ragione della radice quadrata del numero 48, alla radice quadrata del numero 45; le quali radici si possono prossimamente avere: e ciò ben' è un indizio manifestissimo, che le quantità dell' acqua inferiore, che corre per la pressione della superiore, da cui è premuta, stanno in suddupplicata ragione delle altezze della stessa acqua, che al di sopra la preme: e questa stessa verità fu eccellentemente confermata dall' acqua, che coll' arte medesima fu lasciata uscire dagli altri fori.

XXXI. Ed acciocchè si possa conoscere questa insigne proprietà dell' acqua, che corre col moto semplice sopraccennato (cioè a dire quando esce da' fori aperti nelle pareti di un vaso), è necessario,

che piccoli sieno li diametri de' fori, non già così le altezze dell'acqua; dimodochè li diametri de' fori abbiano una piccolissima proporzione alle altezze dell'acqua, e quasi svaniscano a confronto delle medesime. Quindi apparisce l'esimia proprietà dell'acqua fluente con questo moto; conciossiachè si vede, che le velocità dell'acqua stessa sono parimenti in suddnplicata ragione delle altezze: poichè egli è manifesto, che presi li medesimi tempi, ed i medesimi fori, è necessario, che le velocità sieno nello stesso rapporto con le quantità dell'acqua fluente.

XXXII. Ora con la scorta di uomini dottissimi passo a dire, che le quantità dell'acqua che scorre, o per qualche retta sezione, o per qualche perpendicolare, possono rappresentarsi per linee, ovvero per figure tolte dalla geometria. Posto però ciò, si avverta principalmente, che io pongo come un'ipotesi, o come un postulato, che in un simil modo si rappresentino eziandio li rapporti, che hanno varie cose fra di loro scambievolmente; e perciò le linee, o le figure si prendano come immagini destinate ad indicare più tosto li rapporti, che le cose. E ciò facendosi, si gode poi il vantaggio, che molte proprietà delle linee, o delle figure, le quali sono già note, si possono trasferire alle quantità, che hanno fra di loro la medesima proporzione delle linee, e delle figure.

XXXIII. E però se nel proposto moto semplice dell'acqua si supponga, che l'acqua scorra da tutta una perdicolare AE (*fig.* 4. *tav.* 1.) e che nella perpendicolare mai non si muti l'altezza dell'acqua, gioverà molto il riflettere, che le quantità dell'acqua fluente dai varj punti di essa prependicolare paragonar ottimamente si possono con le applicate di una qualche parabola. Sia divisa la medesima perpendicolare AE in quante parti si voglia AD, AC, AB, e nella stessa maniera sia divisa la linea FN, cioè nelle porzioni FL, FI, FH; sicchè le linee FL, FI, FH alle altezze dell'acqua nella perpendicolare sieno proporzionali. Si supponga di più, che dai punti E, D, C, B fluisca l'acqua, e costrutta la parabola FSZ sieno tirate all'asse FN dai punti N, L, I, H le applicate NZ, LX, IS, HR. Perchè le radici delle quantità proporzionali sono fra di loro proporzionali, anche le radici dell'altezza AE, AD, AC, AB, ovvero le quantità dell'acqua, che esce per i punti E, D, C, B, saranno proporzionali alle radici delle linee FN, FL, FI, FH, ovvero alle applicate nella parabola FSZ. Dall'ascissa adunque della parabola potrassi rappresentare qualunque altezza d'acqua, che dalla perpendicolare fluisca: e qualunque quantità d'acqua fluente da ciaschedun punto della perpendicolare potrà nella parabola rappresentarsi dall'applicata condotta da quello stesso punto dell'asse, in cui termina l'ascissa: e finalmente si deduce, che l'intera quantità d'acqua che

fluisce per tutta la perpendicolare, potrà rappresentarsi dall' area FSNZ. Così negli altri moti, e nell' altre curve loro appropriate, con le ascisse si ponno rappresentare l' altezze, e con le applicate le particolari quantità, ovvero le velocità; e con l' area della curva la somma, che contiene tutte le quantità, ovvero tutte le velocità. Ma prima di andar innanzi, avvertir debbo, che nello scrivere li numeri, e quantità, sì geometriche, come analitiche, ho seguitato il metodo di quelli, presso li quali sono due punti il segno della divisione, ed un sol punto è il segno della moltiplicazione: l' uso de' segni delle parentesi viene indicato dalle cose medesime, e da ciò che si legge negli Atti degli Eruditi, stampati in Lipsia l' anno 1708, ed anche altrove; e sebbene pare, che le cose in questa maniera non si scrivano così brevemente, non ostante ho voluto accomodarmi in questo caso alla facilità della stampa: ciò avendo già fatto prima di me alcuni uomini e celebri, e dotti. Ora adunque, se la porzione FN dell' asse della proposta parabola si chiama a, ed il parametro FG si chiami p, sarà l' area della parabola FSZN $=(ap)^{1:2}.(2a:3)$. E perchè anche le velocità possono essere rappresentate dalle applicate nella parabola, la stessa area FSZN potrà opportunamente rappresentare quella quantità, che risulta dalla somma di tutte le velocità, la quale divisa per l' altezza a dà la (*Art. XIII.*) media velocità $=(ap)^{1:2}.(2a:3):a=(ap)^{1:2}.(2:3)$.

XXXIV. Se si debbano dinotare nelle figure anco li tempi, ciò potrà farsi in due maniere. Conciossiachè, supposti primieramente li parametri delle parabole (mentre in altre curve non paraboliche egli è manifesto, che conviene uniformare le cose alla natura di esse altre curve) in duplicata proporzione de' tempi, le aree delle parabole adiacenti ad una medesima ascissa potranno rappresentare le quantità d' acqua, che fluiscono in tempi dati per l' altezza indicata da quella stessa ascissa. Nell' altra maniera poi, la quale verrà da noi seguitata, si ottiene il medesimo, cioè: si supponga costante il parametro FG della parabola FSZ (questo parametro FG costante si chiami parametro del moto semplice, e la parabola FSZ, alla quale si compete un tal parametro, si dica parabola del moto semplice), e per rappresentare i varj tempi, s' intendano moltiplicate le aree delle parabole nelle quantità, che rappresentano i tempi. Se il parametro costante si chiami p, la linea, che rappresenta l' altezza dell' acqua in una qualche perpendicolare, si nomini a; il tempo dato, a cagion d' esempio, di un minuto primo, si dica $b:c$; la quantità dell' acqua fluente nel tempo dato sarà $=(ap)^{1:2}.(2a:3).(b:c)$; se il tempo sia di due minuti, la quantità dell' acqua fluente in due minuti sarà $=(ap)^{1:2}.(2a:3).(2b:c)$. Dunque la quantità dell' acqua, che scorre con moto semplice in un dato tempo per una

data porzione di una perpendicolare, sarà il prodotto dalla moltiplicazione del tempo in due terze parti dell' altezza moltiplicata nel parametro del moto semplice. Quindi si vede in qual maniera si possono dinotare nelle figure anche i tempi. Ora posti questi principj, dimando, che in avvenire quelle cose, da cui altre se ne rappresentano, possano prendersi (se così a grado sia) come se fossero le cose rappresentate. Così (a cagion d' esempio) la FN si possa prendere, e nominare, come se essa fosse la perpendicolare AE.

XXXV. E da quanto si è detto, e dal paragone fatto delle perpendicolari con le sezioni rette, egli è facile da intendersi, che le quantità dell' acqua che cadono dalle rette sezioni con moto semplice, sono in ragione composta della ragione dell' altezze dell' acqua, della ragione delle radici delle medesime altezze, della ragione delle larghezze, e della ragione dei tempi. E se i tempi, e le larghezze fossero eguali, le quantità dell' acqua sarebbero in ragion composta della ragione delle altezze vive, e della ragione delle radici delle medesime altezze: laddove se l' altezza viva dell' acqua che corre nel primo tempo, si chiama a, e l' altezza viva dell' acqua che corre in un altro egual tempo posteriore, si nomini A, sarà la quantità dell' acqua, che corre nel primo tempo alla quantità dell' acqua, che corre nel secondo tempo, come $a \cdot a^{1:2}$ ad $A \cdot A^{1:2}$, ovvero come $a^{3:2}$ ad $A^{3:2}$. E per tanto egli è manifesto, che in tale stato di cose per lo contrario le radici quadrate de' cubi delle altezze vive sono nella medesima ragione, che le corrispondenti quantità dell' acqua. Nella stessa maniera se le altezze vive, ed i tempi, ovvero le altezze vive, e le larghezze sieno uguali, si può facilmente dedurre ciò che ne debba seguire. Da questi, e da simili principj sono stati ricavati altri teoremi, e problemi utilissimi dagli uomini periti delle matematiche discipline. (Dopo che io diedi la prima volta fuori queste cose, uscì alla luce un trattato del moto, e della misura dell' acque correnti, tratto dalle opere manoscritte del fu signor Varignon dal signor abate Puiol, nel qual trattato con un ammirabile, ed utile maneggiamento di analitiche formole vien promossa, ed illustrata la proposta dottrina dell' acque correnti). Ma basterà per il presente mio fine l' aver mostrate alcune proprietà più utili del moto semplice; basterà aver accennati i fonti, dai quali se ne possono cavar dell' altre.

XXXVI. Pur troppo già sono stato più prolisso di quello, che da principio mi era prefisso; ma la natura delle cose, che dovranno dirsi, fece sì, che il numero di queste cose, le quali premettere si dovevano, andasse crescendo per ciascheduna parte di quelle. Ma ora finalmente passerò al moto misto, cioè al proposito mio principale; e per tanto mostrerò in primo luogo come io abbia tentato di

scoprire con prove, e con esperienze la natura del medesimo moto; e però debbo esporre, che la maniera, di cui mi servii nell'esperimentare, fu questa.

XXXVII. Principiai a preparare le cose necessarie per fare gli esperimenti dall'allungare una fossa ABCD (*fig.* 5. *tav.* 1.) che divideva due poderi: ed in quel sito la larghezza della fossa era di 11 piedi (si avverta, che io mi servo sempre della misura del piede regio di Parigi, diviso in 12 pollici, ciascheduno de' quali si sa essere diviso in 12 linee), e l'altezza dell'acqua era di tre piedi. Nella parete del vaso cilindrico P (il diametro del di cui fondo uguagliava pollici 30) v'era una sezione retta IGEL della larghezza IL di linee 31 : 2. Questo vaso, calato nell'acqua della fossa, con pali ben piantati stava fermato in tale altezza, che la porzione ZGER della sezione IGEL (i di cui lati IG, LE rimanevano a perpendicolo) fosse sotto la superficie superiore dell'acqua, che passa per ZR, ovvero, (ch'egli è lo stesso) per il punto Z. Ciò fatto la linea ZG determinava l'altezza morta dell'acqua; la quale altezza morta ZG in questo primo esperimento era di linee 55.

XXXVIII. Ho posto un altro vaso S, avente il suo diametro di pollici 42. Il fondo di questo in vincinanza della sponda era pertugiato con 16 fori rotondi K, tra di loro uguali (ciascheduno di essi aveva un diametro quasi di 8 linee), otturati con fusi; ed ho posto questo vaso in maniera tale, che la parte del fondo perforata entrasse dentro all'orlo del vaso P, onde l'acqua potesse fluire dai fori K nel medesimo vaso P. Tutta poi l'altra parte del fondo, che era fuori del vaso P, rimaneva appoggiata ad uno stabile particolare sostegno.

XXXIX. In un lato di questo vaso era aperto un foro quadrangolare M, distante dal fondo del vaso pollici 21.

XL. Ho procurato in oltre, che il vaso T, grande più di tutti (il fondo del quale vicino alla sponda vi erano molte chiavi d'acqua, o, diciamle anche in Italiano, epistomj Y vicini fra di loro), fosse collocato sopra del vaso S nella stessa maniera, con cui era posto il vaso S sopra del vaso P, cioè in modo, che gli epistomj Y potessero tramandare l'acqua nel vaso S. La porzione poi rimanente del fondo di esso vaso T, fuori del vaso S, veniva sostentata da una propria massiccia base.

XLI. Stando disposte in tal guisa le cose suddette, ed essendo riempiuto d'acqua il vaso T., e tenendosi l'acqua nel vaso S sempre ad un'altezza, che giugneva al labbro inferiore del foro M, nè lo superava però mai, nè poteva traboccare sopra esso labbro., nel primo esperimento ho lasciata fluire l'acqua da tre dei fori K, ed al tempo stesso ho aperto tal numero di epistomj Y, che fosse sufficiente, perchè quanto d'acqua tramandasse il vaso P da' tre fori K,

tanto ne uscisse per gli epistomj Y dal vase T, e scorresse nel vaso S; e per conseguenza l' acqua nel vaso S conservasse sempre la medesima altezza fino al labbro inferiore del foro M.

XLII. Ne' vasi poi S, e P vi erano poste in mezzo alcune tavolette verticali, sicchè restassero in massima parte separati i luoghi, ne' quali cadeva l' acqua, dai luoghi dai quali l' acqua ne esciva. E queste tavolette furono poste principalmente, acciocchè smorzassero (quanto fosse possibile) il moto dell' acqua, che negli stessi vasi cadeva. A questo fine io mi serviva ancora alcuna volta di certi fascetti di virgulti posti sotto dell' acqua, che veniva dal vaso superiore.

XLIII. L' acqua dunque che cadeva dai tre fori K nel vaso P, cominciava a scorrere eziandio fuori per la sezione IGEL dello stesso vaso P. Ma perchè tutta l' acqua che entrava nel vaso P, non usciva subito per la predetta sezione, anche l' acqua nel vaso P si andava facendo più alta della superficie (giugnente al punto Z) dell' acqua della fossa ABCD. Quando poi l' acqua che usciva per la sezione IGEL, era di quantità uguale all' acqua tramandata dai tre fori K, allora essa acqua restava elevata ad una superficie, che toccava il punto X, ed era l' altezza viva XZ = a linee 35 : 4, ovvero = 35 : 48 di un pollice. Avvertirò, che l' altezza della superficie dell' acqua nel vaso P sopra la superficie della fossa ABCD, fu misurata da me in quella parte interna del vaso, dove il moto dell' acqua era minimo, così ebbi agio di potere con maggior accuratezza osservarla.

XLIV. Conosciuta questa prima altezza, per fare una seconda sperienza, ho aperti tre altri fori K, sicchè l' acqua cadeva dal vaso S nel vaso P per sei fori; e procurai, che dagli epistomj parimenti tanta ne influisse nel vaso S, quanta ne somministrava questo per i fori K al vaso P, nel qual vaso P la superficie dell' acqua cominciava non solo a farsi più alta di quella prima, che passava per il punto X, ma ancora ad uscirne per la sezione IGEL in maggior copia di prima. E quando il flusso per la stessa sezione era uguale all' influsso proveniente dai sei fori K, allora l' acqua nel vaso P acquistava una superficie, che toccava il punto V, ed era tutta l' altezza viva VZ = a linee 25.

XLV. Nel terzo esperimento (alla maniera medesima instituito) uscendo l' acqua da nove fori K, la superficie superiore dell' acqua nel vaso P si alzava al punto O, e divenuta l' altezza viva OZ = a linee 42 : e nella quarta sperienza sgorgando l' acqua da 12 fori K, la superficie dell' acqua nel vaso P ascendeva al punto N, e l' altezza viva NZ era = a linee 58. Finalmente nella quinta sperienza, cadendo l' acqua da 15 fori K, la superficie dell' acqua nel vaso P

diventava più alta fino a toccare il punto F, e l'altezza viva FZ diventò = a linee 294 : 4.

XLVI. Ora avendosi ben concepito in qual maniera si sieno fatte le cose suddette, s' intenderanno anco facilmente quegli esperimenti, che aggiunger qui debbo; conciossiachè si avrà inteso necessariamente, che l' acqua, la quale esce dal vaso T, vale a conservar sempre nel vaso S la medesima altezza d' acqua fino al punto M, e che la quantità dell' acqua, la quale cade dai fori K nel vaso P, e dallo stesso vaso P scorre per la sezione IGEL, viene determinata dal numero dei fori aperti K. E però se (a cagion d' esempio) sia detto, che l' acqua esce prima da sei fori, indi da tre, s' intenderà subito, che l' acqua fluente nel primo caso è doppia della fluente nel secondo. Nè punto difficile sarà da comprendersi, per qual cagione uscendo l' acqua da più fori K, la superficie dell' acqua nel vaso P diventi necessariamente più alta, e crescano parimente nella sezione le vive altezze

XLVII. Ma passo agli altri esperimenti. Mantenuta la stessa larghezza IL della sezione IGEL, si accomodarono di nuovo li vasi nella forma primiera, ma con differente profondità del vaso P, sicchè l' altezza morta ZG divenne di linee 108. Indi si fecero gli sperimenti nella già usata maniera; e si osservò nel primo, che essendo al vaso P somministrata l' acqua da tre fori K, l' altezza viva si fece = a linee 11 : 4; nel secondo, che essendo somministrata da sei fori K, l' altezza viva OZ si fece = a linee 41 : 4; nel terzo, che essendo somministrata da nove fori K, l' altezza viva OZ si fece = a linee 83 : 4; nel quarto, che essendo somministrata da dodici fori K, l' altezza viva NZ si fece = a linee 126 : 4; e finalmente nel quinto esperimento si osservò, che essendo somministrata l' acqua da quindici fori K, l' altezza viva FZ divenne = a linee 43.

XLVIII. Dipoi si mutò la larghezza IL della sezione IGEL, e si fece più ampia, cioè = a 38 linee, e si mutò pure l' altezza morta ZG, che si ridusse = a linee 65 : 4; e tentata nuovamente la cosa, nel primo esperimento, essendo aperti tre fori K, l' altezza viva XZ fu di 10 linee; nel secondo esperimento, essendone aperti sei l' altezza viva VZ fu di linee 85 : 4; nel terzo essendone aperti nove, l' altezza viva OZ fu di linee 33; nel quarto essendone aperti dodici, l' altezza viva NZ fu di linee 42: e nel quinto, ed ultimo esperimento essendone aperti quindici, l' altezza viva FZ è stata di linee 203 : 4.

XLIX. Con questa stessa larghezza della sezione IGEL, ma mutata l' altezza morta, sicchè fu renduta = a linee 48, si instituirono degli altri esperimenti. Nel primo uscendo l' acqua da otto fori K, l' altezza viva XZ si osservò essere = a linee 12; nel secondo poi,

uscendo l'acqua da 16 fori, l'altezza viva VZ si trovò = a linee 119:4.

L. Aggiungerò ancora queste altre esperienze, per le quali la larghezza IL della sezione IGEL era stata fatta di linee 79, e l'altezza morta ZG di linee 35. Fluendo l'acqua nel primo esperimento da cinque fori K, l'altezza viva XZ fu = a linee 10:4; e fluendo l'acqua da 15 fori nel secondo sperimento, fu = a linee 63:4.

LI. Ho fatti inoltre molti altri esperimenti del medesimo proposto genere: ed eziandio rinnovando quegli stessi, che io aveva innanzi tentati, mi sono di nuovo servito delle già usate larghezza IL, ed altezza morta ZG, per vedere, se tornassero pure di nuovo le medesime altezze vive; ed alcune volte ritornarono le medesime, alcune altre vi ho osservate alcune, però piccole, differenze. Ma ora non mi fermerò di più a parlare di altri simili esperimenti. Per questo genere di esperienze basteranno le narrate fin qui: aggiungerò adesso solamente alcuni pochi esperimenti del genere di quelli, che appartengono all'acqua mossa con moto semplice; mediante li quali però si potrà rendere più chiara, e più certa la nostra dottrina del moto misto dell'acqua.

LII. Per eseguire questi tali esperimenti del moto semplice, una sola circostanza ho mutata: cioè ho levati li tre vasi P, S, T dalla fossa ABCD, e gli ho collocati in luogo asciutto; onde ne nasceva, che l'altezza dell'acqua (nell'infimo vaso P), che scorreva per la sezione retta IGEL, era tutta altezza viva.

LIII. La larghezza della medesima sezione era = a linee 88. Si lasciò all'acqua la libertà di scorrere, come nelle anteriori esperienze se le era lasciata. Nel primo esperimento l'altezza viva dell' acqua, che sgorgava dalla sezione del vaso P, era di 15 linee, uscendo l'acqua da quattro fori del vaso S: nel secondo, uscendo l'acqua da otto fori, l'altezza viva era di linee 23; nel terzo l'altezza viva era di linee 122:4, uscendo l'acqua da 12 fori; e nell'ultimo, uscendo l'acqua da 16 fori, l'altezza viva era di linee 37.

LIV. Ristretta la sezione alla larghezza di linee 52, ed aperti nel primo esperimento quattro fori, l'altezza viva dell'acqua nel vaso infimo P era = a linee 85:4; aperti essendo nel secondo otto fori, l'altezza viva era = a linee 34; nel terzo stando aperti 12 fori, l'altezza viva era = a linee 177:4; e nell'ultimo esperimento, in cui erano aperti fori 16, l'altezza viva era = a linee 209:4.

LV. Sminuita ancora di più la larghezza della sezione, e ridottala eguale a linee 38, venendo l'acqua nel primo esperimento somministrata da tre fori, l'altezza viva era = a linee 85:4; nel secondo esperimento, fluendo l'acqua da sei fori, l'altezza viva era = a linee 133:4; nel terzo con l'uso di nove fori l'altezza

viva era = a linee 179 : 4; nel quarto provenendo l' acqua da 12 fori, l' altezza viva era = a linee 54; e nel quinto esperimento finalmente, cui serviva l' acqua escente da 15 fori, l' altezza viva era = a linee 63.

LVI. Lascio per ora da parte l' altre esperienze; poichè questa narrativa è ormai divenuta troppo lunga. Le cose osservate in questi ultimi esperimenti, se alle convenienti supputazioni, ed a' proprj calcoli si sottoponessero, servirebbero senza dubbio a chiaramente confermare, che le quantità dell' acqua, la quale o scorre per rette sezioni, o fluisce da non piccoli fori, sono in ragione sudduplicata delle altezze dell' acqua sopraincombente; e si vedrebbe, che ostar non ponno le differenti opinioni di quegli uomini dotti, de' quali parlato già (*XXVII. e XXVIII.*) abbiamo. Potrebbesi inoltre verificare di nuovo, che le radici quadrate de' cubi delle altezze vive sono in ragione delle quantità corrispondenti dell' acqua, come abbiamo (*XXXV.*) pur detto di sopra. Ma io ho instituiti quegli esperimenti ad altro fine, cioè a fine di poter paragonare la quantità dell' acqua avente un moto semplice, con le quantità dell' acqua avente un moto misto. Per altro le proporzioni delle quantità dell' acque correnti con moto semplice, delle loro velocità, e dell' altre loro proprietà, non sono tanto difficili da conoscersi: ma bensì più difficili da scoprirsi sono li rapporti, quando l' acqua corre con moto misto: conciossiachè in quel moto si può mutare soltanto l' altezza viva; ma in questo potendosi variare in particolare o l' altezza viva, o la morta, oppure l' una, e l' altra insieme; chi non vede essere più ardua impresa il cercare le ragioni che debbono sussistere tra le varie velocità, tra le varie quantità, e tra le altre proprietà varie di tal genere dell' acque correnti.

LVII. Ma l' ordine prefisso vuole adesso ch' io esponga quelle cose, le quali mi vennero in mente, quando io stava in attenzione di dedurre dagli esperimenti qualche conseguenza, che potesse esser utile alla dottrina del moto misto. Ed in primo luogo, siccome la dottrina del moto semplice viene mirabilmente illustrata dall' applicazione della geometria (e si è ciò avvertito di sopra) venendo rappresentata dall' area parabolica (*XXXIII.*), la quantità dell' acqua, che con moto semplice da una qualche perpendicolare fluisce; così spero, che ancora questa dottrina dell' acqua corrente con moto misto possa facilitarsi con l' applicazione della geometria. E in primo luogo ho fermato il riflesso nelle varie quantità dell' acqua da considerarsi secondo la varietà delle circostanze del flusso di essa, ed ho pensato alla costituzione della figura geometrica, con cui si potessero rappresentare sì fatte quantità: e mettendomi quasi sotto gli occhi la perpendicolare rappresentata dalla OQ (*fig.* 6. *tav.* 1.) di moto misto,

la di cui parte PQ appartenga all' altezza morta dell' acqua, e la parte OP all' altezza viva, ho considerato, che la quantità dell' acqua fluente per la parte OP viene dinotata dall' area parabolica OPY (determinata dalla ascissa OP dell' asse, a dalla PY applicata all' infimo punto P della medesima ascissa OP appartenente all' altezza viva); e ciò, perchè le pressioni, e li flussi prodotti da esse in quella porzione OP sembrano poter essere considerati nella stessa ragione, come se provenissero da una perpendicolare d' acqua corrente con moto semplice. Ho pensato inoltre, che l' acqua la quale scorre per la inferiore porzione PQ, può rappresentarsi dall' area del parallelogrammo rettangolo PQTY, un lato del quale sia la porzione PQ della perpendicolare (e nella figura, quella parte dell' asse, la quale serve all' altezza morta), e l' altro lato sia la stessa applicata PY. Imperocchè ella è cosa credibile assolutamente, che l' acqua fluente per tutta la porzione PQ, riceva da tutta l' acqua viva la pressione medesima, che riceve l' acqua fluente per il punto infimo P dell' altezza OP. Ho concepito per tanto, che l' acqua fluente per tutta la perpendicolare OQ può acconciamente rappresentarsi dall' area della figura mistilinea OQTYO (non avendo voluto mettere in conto le particolari varietà d' altezze, che hanno li varj punti della PQ). E perchè (la qual cosa cade allo stesso proposito) la somma delle velocità è proporzionale alla quantità dell' acqua, che scorre per OQ, ho di più fatto riflesso, che dalla stessa area possa essere rappresentata la somma di tutte le velocità dell' acqua, che corre con moto misto.

LVIII. Avendo io adunque concepite le suddette cose, ed avendo anche principiato a ridurre al calcolo, ed all' esame tutti gli esperimenti, giudicai potersi conchiudere: che se vi sieno due perpendicolari, una FL (*fig.* 4. *e* 6. *tav.* 1.) di moto semplice, nella quale l' altezza viva fosse FL; l' altra OQ di moto misto, in cui l' altezza viva sia OP, la morta PQ; dovranno in tal caso considerarsi le velocità dell' acqua fluente per OP in sudduplicata ragione delle altezze dell' acqua sopraincombente; ma però in ciascheduno de' punti di questa OP minori delle velocità in ciascheduno de' corrispondenti punti, nella perpendicolare FL (la qual differenza nell' esame degli esperimenti mi parve ben chiara). Se sia a cagion d' esempio OK = FI, OP = FL, dovrà computarsi la velocità dell' acqua fluente per il punto K, alla velocità dell' acqua fluente per il punto P, come la radice dell' altezza OK alla radice dell' altezza OP; così parimente la velocità dell' acqua fluente per il punto I alla velocità dell' acqua fluente per il punto L, sarà come la radice dell' altezza FI alla radice dell' altezza FL. Ma le due velocità (e ciò si deve osservare con attenzione) dell' acqua, che scorre per K, e P, saranno minori

delle due velocità corrispondenti, vale a dire delle velocità dell' acqua, che scorre per I, e per L: quindi le velocità dell' acqua corrente per l' altezza morta PQ, le quali tutte si suppongono eguali alla velocità dell' acqua fluente dal punto P, saranno minori, che se l' acqua sortisse dal punto P con quella velocità medesima, con cui ella esce per il punto L. (Molte cose potevano dirsi in proposito dell' acqua, che fluisce, non fendendo l' aria libera, come la fende allora, che scorre per l' altezza viva, ma fendendo un' altra acqua, qualmente succede nel moto dell' acqua, che sgorga per l' altezza morta: pure quando scrissi del moto misto, credei non conveniente al mio principale instituto l' andare seguitando tutte le analoghe cose). Ma avvertire addesso ben debbo, che dopo quel tempo, anzi recentemente è escita alla luce una eccellente utile opera del celebratissimo signor Daniele Bernoulli, della di cui benigna amicizia sommamente io mi pregio. Della medesima il titolo è: *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum Commentarii, Argentorati* 1738. In essa opera sono del pari ammirabili l' acuto giovevole uso della più sublime geometria, e la sottile esattezza negli esperimenti: sicchè li calcoli, raziocinj adoperati per le dimostrazioni ricevono un egregio lume dalle ricerche de' fatti. Vi è tra le altre cose una sezione *de motu aquarum per vasa submersa*, la quale (per la sua utilità) in proposito delle cose, che in questo articolo LVIII. esposi, ben doveva da me essere distintamente ricordata.

LIX. Ritornando alla da noi proposta differenza di velocità, essa esaminata con accuratezza, non pareva, che indicasse come necessario il doversi adoperare un' altra figura differente dalla figura OQTYO, disegnata perchè serva a rappresentare (*LVII.*) il moto misto. Laddove io mi studiava soltanto di fare, che nelle cose appartenenti al moto misto si potesse comprendere ancora questa tardanza. E però ho pensato, che conveniva ridurre la proposta figura OQTYO, atta pur ad esprimere quella tale ritardazione; e per ottenere questo fine stabilii di servirmi della mutazione del parametro OV della parabola OMY.

LX. Ed ho così pensato, che alla dottrina del moto misto potrebbe molto giovare una regola certa, con la quale si facesse nota quella proporzione, la quale passa tra il parametro del moto semplice, ed il parametro del moto misto (le parabole, che rappresenteranno le acque, che corrono per le perpendicolari di moto misto, si diranno parabole di moto misto, ed i loro parametri si chiameranno parametri di moto misto); ed in oltre si scoprisse quanto scemar si dovessero li parametri del moto misto nei casi, in cui l' altezze morte crescessero. Come (a cagion d' esempio) data la linea OP, cioè l' altezza viva, e la linea PQ, cioè l' altezza morta, si potesse avere il

parametro OV del moto misto, mediante il quale determinar si potesse tanto la parabola OMY, quanto la massima applicata PY somministrante (già si ha il lato PQ) un altro lato del parallelogrammo PQTY; il qual parallelogrammo si chiamerà del moto misto.

LXI. Per trovare poi questa regola, ho pensato bene di fermare il riflesso sopra alcune cose, le quali debbono senza dubbio accadere; ritrovati che sieno li parametri del moto misto, secondo la medesima regola, se essa atta al proposito sia, e congruente.

LXII. E primieramente, se in varie perpendicolari del moto misto sieno uguali le altezze vive, alle altezze morte maggiori dovrebbero corrispondere minori parametri; mentre si sa dagli esperimenti, che stando fissa la medesima altezza viva, e crescendo l' altezza morta; non però li crescimenti dell' acqua, che per essa scorre, non già proporzionali ai crescimenti di essa, sono minori.

LXIII. Ma si dee avvertire, che la copia d' acqua, di cui si ragiona, non cala già in quella proporzione, nella quale crescono per lo contrario l' altezze morte, ma cala di meno. Anzi alle mutazioni delle altezze morte competentemente grandi corrispondono in essa copia d' acqua picciolissime mutazioni; come parimenti apparisce dal confronto degli esperimenti; sicchè quando sieno alquanto cresciute l' altezze morte, calare poco devono li parametri.

LXIV. Se calando l' altezza morta, o crescendo l' altezza viva, accaderà, che questa paragonata con quella si possa considerare come infinitamente grande, il parametro del moto misto deve diventar uguale al parametro del moto semplice; poichè allora l' altezza morta potrà trascurarsi; e però restando la sola altezza viva, dovrassi considerare l' acqua come fluente con moto semplice.

LXV. Ma se all' incontro crescendo l' altezza morta, o calando l' altezza viva, succederà che questa confrontata con quella possa riputarsi come infinitamente piccola; in tal caso il parametro del moto misto dovrà svanire; conciossiachè ella è cosa evidente, che nessun corpo (quando non fosse dotato d' una infinita velocità) potrà muovere un altro corpo infinitamente maggior di se stesso.

LXVI. Finalmente (e questo è il capo principale, e che serve in certa maniera per tutte le cose fin qui dette) la regola deve esser tale, che appropriandola all' altezze vive, e morte, già notate nell' esecuzione degli esperimenti, e con il mezzo di essa ritrovati li parametri del moto misto, e con questi, e con quelle medesime altezze prese già in considerazione, se si instituiscano li calcoli, si trovi nel fine del computo la copia dell' acqua fluente essere in quella medesima quantità, che era stata in fatto determinata con le misure prese negli esperimenti.

LXVII. Pertanto avendo io tutto ciò come sotto agli occhi, e

considerando diligentemente la natura delle cose, ho cercate varie regole, e non senza moltissimi calcoli ho tentato (imperocchè non in altra maniera, che col tentare, potea quest' opera ridursi a fine) di accomodare le stesse regole a ciascheduno degli esperimenti, per investigare quale tra esse fosse quella, che somministrasse li parametri dotati delle proprietà or ora accennate, e convenienti alle osservazioni fatte sugli esperimenti: finalmente una ne ho scelta, che l' ho creduta più adattata alle cose, che io andava meditando, e più propria pel fine, che io mi era proposto.

LXVIII. Prima però che la esponga, noterò, che nel determinare le proporzioni mi sono servito delle parti quadragemillesime della linea accennata di sopra (*XXXVII.*). Quando adunque esprimerò da qui avanti qualche quantità in numeri, e non v' aggiugnerò altro segno li numeri significheranno le parti quadragemillesime di linea; e supporrò, che chiunque riduce tali cose a calcolo, si serva delle medesime parti. Sta però in libertà di ciascheduno l' adoperare una quantità qualunque in luogo dell' unità, per ritrovare le proporzioni: imperocchè l' operazione darà sempre in fine lo stesso. Ciò dee farsi però con cautela, in guisa che quelle cose, che ho osservate io ne' numeri miei, si osservino anche ne' numeri altrui. Ciò ad alcuni potrebbe riuscire difficil cosa; ma agli uomini dotti sarà cosa facilissima il rilevare ciò, che importi la conservazione dell' analogía, che passa fra varie parti, le quali possono adoperarsi in luogo dell' unità: ed ora non importa aggiunger più cose in riguardo di quelli, e per questi fare nol devo.

LXIX. Venendo alla regola per ritrovare il parametro, la prescelta da me (nella forma, di cui (*LXVII.*) dissi) è la seguente: data l'altezza morta, e l' altezza viva, prima si cerchi una qualche frazione necessaria per ritrovare il parametro in questa maniera. Il numero, che esprime l' altezza morta, si moltiplichi per un altro numero costante 100,000: dal numero prodotto dalla moltiplicazione si cavi (almeno per approssimazione) la radice sesta, e di questa se ne faccia il numeratore della frazione, il denominator della quale sia il numero costante 150 (dopo le cose dette di sopra, (*LXVIII.*) giudico non esser necessario l' avvisare, che convien moltiplicare l' altezza morta per un altro numero conveniente, e che un altro numero conveniente, si deve sostituire in vece del denominatore, se pure non s' adoprino le parti quadragemillesime). A cagion d' esempio, si prenda quell' altezza morta, che nel primo esperimento, narrato (*XLIII.*) di sopra, era di linee (*XXXVII.*) 55; e moltiplicato esso numero 55 per 40,000 si avrà il numero 2,200,000. Questa altezza morta espressa col numero 2,200,000, si moltiplichi per il numero 100,000, il prodotto sarà 220,000,000,000, la radice sesta della quale sarà 78,

Se questo si prenderà per numeratore, e 150 per denominatore, si avrà la frazione 78 : 150, che si cercava; e questa chiamerassi frazione del parametro.

LXX. Se si denominino il numero esprimente l' altezza morta m; il numero costante, che moltiplica la stessa altezza b^5; il numero costante, che dee servir per numeratore c; sarà la ricercata frazione del parametro $=(b^5 m)^{1:6} : c$.

LXXI. Ora per ritrovare il parametro, si faccia, come la doppia altezza morta, più un' altra altezza morta moltiplicata per la frazione del parametro, ritrovata col metodo insegnato di sopra (*LXIX.*), più la quarta parte dell' altezza viva alla doppia altezza morta, più la quarta parte dell' altezza viva, così il parametro del moto semplice al parametro ricercato. A cagion d' esempio (per servirmi dell' esperimento or ora (*LXIX.*) preso) sia la medesima altezza morta espressa col numero 2,200,000; sia la frazione del parametro quella, che da prima (*LXIX.*) fu proposta in esempio 78 : 150; sia l' altezza viva (cioè la conveniente al proposto esperimento, la quale (*XLIII.*) era di linee 35 : 4; e che moltiplicata per 40,000 diviene 350,000) espressa col numero 350,000. Si prenda la doppia altezza morta, la quale sarà 4,400,000; a questa vi si aggiunga un' altra altezza morta moltiplicata per la frazion del parametro, dalla qual moltiplicazione ne risulta il numero 1,144,000; a questi, cioè a questo numero, e alla doppia altezza morta vi si aggiunga la quarta parte dell' altezza viva, che è 87,500, e si avrà per la somma il numero 5,631,500, e questo sarà la prima parte dell' analogía. Si prenda un' altra volta la doppia altezza morta 4,400,000, e la quarta parte dell' altezza viva 87,500, e la somma di questi due numeri, che sarà il numero 4,487,500, darà la seconda parte dell' analogía. Si supponga, che il parametro del moto semplice venga espresso dal numero 1,000, e questo darà la terza parte dell' analogía: dalle quali tre parti se ne potrà cavare la quarta, vale a dire il parametro del moto misto, che si ricerca; 5,631,500 : 4,487,500 = 1,000 : 797; da questo numero adunque il ricercato parametro sarà espresso.

LXXII. Se come sopra (*LXX.*) l' altezza morta si chiamerà m; l' altezza viva u, e il parametro del moto semplice p, il parametro del moto misto P, e si prenderà la frazione del parametro (*LXX.*) già stabilita $=(b^5 m)^{1:6} : c$ con la regola proposta (e ponendo m sotto il segno radicale, e moltiplicando le due prime parti dell' analogía per $4c$), si caverà un' analogía, che sarà espressa nella maniera seguente : $8cm + 4(b^5 m^7)^{1:6} + cu : 8cm + cu :: p : P$: onde si avrà $P = (8cmp + cup) : (8cm + 4(b^5 m^7)^{1:6} + cu)$.

LXXIII. Da questa equazione poi, che della costituita regola è come un' immagine, si può con maggior brevità, che non si farebbe

con altro metodo, provare, che ritrovati li parametri mediante la regola stessa, accadono appunto quelle cose, le quali vagliono a dimostrare essere la medesima buona, ed opportuna, come abbiamo di sopra (*LXI. LXII. LXIII. LXIV. LXV.*) accennato.

LXXIV. E in primo luogo alle maggiori altezze morte corrispondono minori parametri, in quella maniera appunto, che di già abbiamo (*LXII.*) accennata. Poichè crescendo m il denominatore della frazione nella proposta equazione, crescerà in maggior proporzione del numeratore; e in tal guisa la stessa frazione si farà minore: diventerà adunque minore ancora P, o sia del moto misto il parametro, uguale (nella equazione proposta) alla stessa frazione. Diventerà così ancora minore P, se si accresca l'altezza morta m, e si diminuisca la viva u; conciossiachè il denominatore della frazione crescerà vie più che il numeratore.

LXXV. In qual guisa poi calino meno li parametri (a ragguaglio di quello che crescano le altezze morte, come indicato abbiamo, che deve (*LXIII.*) accadere, egli è facile ad iscoprirsi, se si consideri, che la parte $(b^5 m)^{1:6}$ della quantità $4m.(b^5 m)^{1:6}$ cresce meno di m (mentre le radici crescono meno che le dignità; e tanto meno quanto più alte sono le dignità). Laddove la costituzione delle altre parti della frazione fa sì, che il denominatore di essa proposta frazione non possa crescere in guisa, che l'accrescimento della m non sia sempre maggiore di quella diminuzione, che dalla m accresciuta proviene a tutta la stessa frazione esprimente il parametro.

LXXVI. Se l'altezza viva paragonata colla morta divenga infinitamente grande, abbiamo detto (*LXIV.*), che il parametro del moto misto divenir deve uguale al parametro del moto semplice. Nella proposta frazione (intendo il secondo membro della equazione (*LXXII.*) proposta), quando la u si supponga infinita, le altre parti nelle quali non si ritrovi la u, si potranno considerare come uno zero, e però svaniranno; e l'equazione stessa convertirassi in quest'altra $P = cup : cu = p$. Che se all'incontro l'altezza morta paragonata con la viva, si debba considerare come infinitamente grande, sarà la m infinita: e perciò i termini cup nel numeratore, e cu nel denominatore, ne' quali non v'entra m, potranno computarsi per niente: e svanendo essi, l'equazione muterassi in quest'altra $8cmp : (8cm + 4m (b^5 m)^{1:6}) = 2cp : (2c + (b^5 m)^{1:6} = 2cp : \infty = 0$; vale a dire svanirà il parametro del moto misto, come si è (*LXV.*) dimostrato, che deve necessariamente svanire.

LXXVII. Io ho stimato adunque, che le suddette cose provino bastevolmente, che la regola per ritrovare i parametri del moto misto possa esser quella, che si è assegnata; perchè adoperandosi la medesima, si ottengono tutti que' fini, che dapprima si erano proposti.

Dico tutti, mentre ho ritrovato, che succede ancor ciò, che (*LXVI.*) proposi in ultimo luogo: conciossiachè servendomi de' parametri ritrovati in quella maniera, e riducendo al calcolo le altezze morte adoperate negli esperimenti, e le osservate vive altezze, conobbi, che provenivano que' prodotti de' numeri, dei quali le quantità dell' acqua cavata erano espresse nella proporzione medesima, in cui realmente fu, esperimentando cavata l' acqua. Anzi ritrovato il conveniente parametro, puossi con poca difficoltà ridurre a calcoli ciò che dopo ritrovato il parametro, si deve conoscere; vale a dire la quantità dell' acqua, che scorre per tutta la perpendicolare. Pertanto dopo le cose suddette, stimo potersi ciò, che sono per aggiungere, stabilire così.

LXXVIII. Per ridurre a computamenti, e calcoli la quantità dell' acqua, tutto consiste nel ritrovare l' area della figura OQTYO, nella (*fig.* 6. *tav.* 1.) dalla qual area, come si è veduto (*LVII.*) può rappresentarsi la quantità dell' acqua. Ma già è stabilito il metodo, per ritrovare il parametro OV della parabola del moto misto, ed è data la porzione OP dell' asse: e però moltiplicato quello in questa, e cavata la radice quadrata dalla quantità, che ne risulta, si ha la massima applicata PY.

LXXIX. Adoperando l' espressione del parametro OV già ritrovata (*LXXII.*), e facendo $OP = u$; il prodotto di OP in OV sarà $= (8cmup + cuup) : (8cm + 4 (b^5 m^7)^{1:6} + cu)$; e se da questa quantità si cavi la radice quadrata, avrassi $[(8cmnp + cuup) : (8cm + 4 (b^4 m^7)^{1:6} + cu)]^{1:2} = PY$.

LXXX. In oltre PY moltiplicata per $2OP : 3$ (come la quadratura della parabola ricerca) più ancora moltiplicata la stessa PY per PQ (come vuole la natura del parallelogrammo) il prodotto sarà uguale all' area ricercata OQTYO.

LXXXI. Ed essendo $2:3$ dell' altezza viva OP, $2u:3$, e l' altezza morta m; (adoperando l' espressione già ritrovata (*LXXIX.*) della stessa PY) sarà l' area ricercata (o sia l' espressione dell' acqua corrente per la perpendicolare OQ) $OQTYO = [(8cmup + cuup : (8cm + 4 (b^5 m^7)^{1:6} + cu)]^{1:2} . (2u : 3 + m)$. Questa stessa espressione (o sia questa istessa area) serve (*LVII.*) ancora per la somma di tutte le velocità: e a questa si uniforma pure la velocità media (*XIII.*) $= [(8cmup + cuup) : (8cm + 4 (b^5 m^7)^{1:6} + cu)]^{1:2} . (2u + 3m) : (3u + 3m)$.

LXXXII. E perchè la materia resti maggiormente illustrata con un esempio che sia in numeri esposto (avendo sempre in considerazione quello stesso esperimento, cui si ebbe mira di sopra (*LXIX.*) deesi prendere la medesima altezza viva OP espressa col numero 350,000; ed il parametro OV dinotato col (*LXXI.*) numero 797. questi due

numeri moltiplicati fra di loro, daranno per prodotto 278,950,000, del quale la radice quadrata (detratte le tre ultime cifre; il che dovrà farsi nel comporre tutti gli altri simili calcoli prima dell'estrazione della radice) sarà 528; e questo numero esprimerà la massima applicata PY. Due terze parti poi dell'altezza OP sono determinate dal numero 233,333, e l'altezza PQ dal numero 2,200,000; laddove le altezze vive 2 OP : 3, più l'altezza morta PQ verranno espresse dal numero 2,433,333: e moltiplicando questo numero per 528, numero conveniente al rettangolo prodotto da 2 OP : 3 + PQ in PY (il qual rettangolo è = (*LXXX.*) all'area OQTYO) ne risulterà il numero 1,284,799,824; il quale si nomini A: dunque questo numero A esprimerà la quantità dell'acqua, che esce per li tre fori nel primo esperimento narrato di sopra (*XLIII.*).

LXXXIII. Ella è cosa già stabilita, che non variandosi la larghezza della retta sezione IGEL, le quantità dell'acqua fluente devono essere nella stessa ragione con li numeri de' fori aperti (*XLVI.*): e però se con lo stesso metodo si cerchi la quantità dell'acqua, che esce in quel quinto esperimento, che ha relazione con il primo (*XLV.*) già descritto, e poco fa adoperato, si troverà denotarsi la suddetta quantità dal numero 6,452,160,000, il quale si nomini B; ma questo numero B è quasi quintuplo del numero A, e la quantità dell'acqua espressa dal numero B dev'essere quintupla della quantità dell'acqua espressa dal numero A (conciossiachè il numero B esprime la quantità dell'acqua, che scorre per 15 fori: e perciò, che s'appartiene ai tempi, intenderemo in tutti gli esperimenti, che essi vengano determinati da uguali unità, fino a tanto che qualche cosa in contrario sarà avvertita) perciò, come dagli stessi esperimenti apparisce, convien dire, che il prescritto metodo sia uniforme alla verità; e questo è ciò, che restava per ultimo a stabilire acconciatamente il parametro del moto misto (*LXVI.*)

LXXXIV. Se medesimamente nell'altro primo esperimento già esposto (*XLVII.*) si cerchi il numero, con cui debba esprimersi l'acqua corrente; ritroverassi 1,282,853,528, che si chiami C; e nel quinto esperimento, relativo (*XLVII.*) a questo primo, si troverà il numero 6,346,800,387, il quale si chiami D: e tali due numeri pure se si paragonino fra di loro, confermano parimente il metodo da noi stabilito; conciossiachè l'acqua espressa dal numero C esce da tre fori; e però ella è cosa da per se stessa manifesta, che il numero C deve essere uguale al numero A (*LXXXII.*): e di fatti egli è anche presso che uguale allo stesso. L'acqua poi che viene indicata dal numero D, esce da 15 fori, perciò egli è del pari manifesto, che il numero D deve essere uguale al numero B (*LXXXIII.*), e quintuplo del numero C: come per verità egli è quasi uguale al numero B, e quintuplo del numero C.

LXXXV. Essendo adunque tali cose già rese assai chiare conviene adesso ragionare delle altre, che servono a confermare il proposito nostro. Queste si stabiliscono così. Se si paragonino due quantità d' acqua, le quali sieno provenute da ugual numero di fori del vaso intermedio S (*fig.* 5. *tav.* 1.) ma sieno poi uscite dal vaso infimo P (una prima, l' altra dopo) per sezioni rette ineguali di larghezza, dovranno li numeri esprimenti le medesime quantità, ritrovati col metodo proposto, essere in ragione reciproca de' numeri dinotanti le larghezze: il che apparirà certamente a chi consideri con attenzione le cose dette di sopra. A cagione d' esempio, in quell' esperimento quinto già esposto (*XLVIII.*), essendo la larghezza della sezione IGEL di linee 38, la quantità dell' acqua fluente da 15 fori si trovò espressa con questo numero 2,660,427,552. Ma nell' altro esperimento, parimente già descritto (*L.*), il quale fu fatto dopo di quello, mutata la larghezza della sezione IGEL, in guisa che fosse di linee 79, la quantità dell' acqua fluente da 15 fori si trovò espressa da questo numero 1,304,940,000; e però proporzionali dovranno essere questi numeri: (*a*) 2,660,427,552 : (*b*) 1,304,940,000 :: (*c*) 79 : (*d*) 38. Ed in fatti proporzionali sono gli stessi numeri; poichè dalla moltiplicazione del primo nell' ultimo vien prodotto il numero 101,096,246,976; dalla moltiplicazione del secondo nel terzo vien prodotto il numero 103,090,260,000; e questi numeri essendo quasi uguali provano a un tempo stesso, e la proposta analogía, ed il metodo stabilito. (In luogo della moltiplicazione si avrebbe potuto adoperare anco la divisione, e si sarebbe ritrovato essere a un dipresso $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$. Nei confronti di tal sorta la divisione serve o ugualmente, o alle volte meglio, che la moltiplicazione).

LXXXVI. Si paragonino poi due quantità provenute da più, e da meno fori aperti del vaso intermedio S, delle quali una ne sia scorsa prima, l' altra dopo per la sezione IGEL: ed essa sezione, quando fluì la prima quantità di acqua, abbia avuta una larghezza diversa da quella avuta nel tempo, che fluì la seconda: In un tal paragone li numeri determinati con il metodo proposto devono ritrovarsi in ragione composta della ragion diretta de' numeri, che esprimono li aperti fori, e della reciproca de' numeri denotanti le larghezze (il che conoscerassi facilmente da chi sopra queste cose fermi ben per poco il pensiere). Servano di esempio il primo esperimento del luogo già citato (*L.*), e l' esperimento secondo narrato (*XLIX.*) prima di quello. In quello essendo la larghezza della sezione di linee 79, ed uscendo l' acqua da 5 fori, il numero esprimente la quantità dell' acqua si trova essere 416,533,428, e questo si nomina E. Nell' altro esperimento poi fu la larghezza della sezione di linee 38. ed

ed uscì l' acqua per 16 fori, onde dal calcolo risulta il numero 2,642,786,342, il quale si chiami F. In questo caso adunque la ragione composta della ragion diretta de' numeri, che denotano li fori, cioè di 5 a 16, e della ragione inversa de' numeri esprimenti le larghezze, cioè di 38 a 79, è la ragione del numero 190 al numero 1,264, che deve essere pur la ragione stessa del numero E al numero F: e perciò esser debbono proporzionali li quattro numeri 416,533,426 : 2,642,786,342 :: 190 : 1,264; li quali (anche in tal genere di cose) si ponno riputare in fatti per proporzionali: conciossiachè il numero prodotto dalla moltiplicazione del primo nell' ultimo, è 526,499,252,992; il prodotto dalla moltiplicazione del secondo nel terzo, è 502,129,404,980. Pertanto essendo li numeri dalla moltiplicazione prodotti, sufficientemente uguali, ne siegue, che resti sempre più il nostro proposito confermato.

LXXXVII. Lo stesso è medesimamente confermato dagli esperimenti dell' acqua mossa con moto semplice, d' accordo con le cose già esposte. Nel primo (*LV.*) esperimento del moto semplice dell' acqua, il numero esprimente l' acqua, che fluì con moto semplice (adoperando il solito metodo per ritrovare le quantità dell' acqua, che con moto semplice corre) si ritrova essere 522,466,974, e questo si chiami G. Nello esperimento poi, che fu fatto il primo (*XLVIII.*) fra quelli del moto misto, il numero denotante l' acqua, che fluì con moto misto, si ritrova 530,750,193, il quale si nomini H. Nello esperimento, ch' è il quinto (*LV.*) della citata serie, per il numero conveniente all' acqua, che corse con moto semplice, si ha 2,667,340,000, che si dica I. Nello esperimento, che è il quinto (*XLVIII.*) della serie in secondo luogo citata, il numero che esprime l' acqua fluente con moto misto, si trova 2,660,427,552, il quale si chiami K. E perchè le quantità dell' acqua espresse dai numeri G, ed H provennero da' fori uguali in numero del vaso intermedio S, e fu conservata sempre costante la medesima sezione IGEL del vaso infimo P; devono li numeri G, ed H essere uguali; e per la stessa ragione pur conviene, che uguali sieno li numeri I, e K. E di fatti il numero G è quasi uguale al numero H, ed il numero I è uguale al numero K. Dunque con il metodo da noi stabilito li numeri, li quali indicano le quantità delle acque correnti con moto misto, si hanno tanto bene, quanto bene si trovano col metodo ordinario li numeri denotanti le quantità dell' acqua, che fluisce con moto semplice. Il che pressimissimamente accadere ben si scorgerà confrontandosi altre esperienze, le quali si sieno fatte o con diverse larghezze della sezione, o con quantità di acqua diverse. Ma la cosa anderebbe troppo a lungo, se dopo le molte comparazioni di esperimenti già addotte, volessi aggiugnerne delle altre; specialmente perchè sta in

libertà di chicchessia l' instituirne de' nuovi, ed anche il ridurre al calcolo li proprj, ovvero li riferiti da me. Posto ciò per dir molto in poco, e quasi per enunciare di nuovo lo stesso Teorema, dirò, che la quantità dell' acqua fluente per la perpendicolare del moto misto si ha moltiplicando il tempo per la radice del prodotto dell' altezza viva nel parametro del moto misto, e moltiplicando questo nuovo prodotto per due terze parti dell' altezza viva, unita all' altezza morta: e così essendo già posto in chiaro, che il mio metodo per determinare le quantità dell' acqua fluente con moto misto è adattato al bisogno, ugualmente che il metodo ordinario per la determinazione della quantità dell' acqua corrente con moto semplice; ed essendo questo ordinario metodo (tuttochè facile) approvato da uomini dotti, spero, che non verrà disapprovato il mio in una certamente più difficile materia adoperato. E nella credenza di tale difficoltà mi confermai molto dopo, che date fuori aveva le sopraddette cose: cioè quando ebbi sotto gli occhi l' eccellente primo volume dell' Opera del celebratissimo Signor Belidor, intitolata: *Architecture Hydraulique, ou l' Art de conduire, d' elever, et de menager les eaux*, escita alla luce nel 1737. per gran vantaggio della scienza appartenente alla natura, ed agli usi del moto delle acque: egli è sommamente da desiderarsi, che presto anco il rimanente di Opera sì dotta sia pubblicato. Di questa l' articolo 555. principia (darò le parole tradotte in Italiano) così: *Di tutti li problemi, che hanno rapporto al movimento delle acque, e medesimamente alla pratica in generale, io non ne conosco veruno più difficile da risolversi, che quello di misurare la quantità dell' acqua fluente per un orificio verticale, e circolare costituito al di sotto del livello dell' acqua*. Premesso un *calcolo algebraico molto composto*, vi è poi nell' articolo 561 il metodo per misurare la proposta quantità di acqua fluente; per esaurire il qual metodo è prescritta una serie di sette operazioni. Ma io quì non entrerò punto a ragionare di esso metodo: solo avvertirò, che, se quel caso dal dottissimo Autore fu riputato difficile tanto, potei io pure a ragione chiamar difficile il mio più complicato caso, spettante alla considerazione del moto misto, del qual moto misto, per quanto ho veduto, il lodato Autore in quel primo volume non ha trattato.

LXXXVIII. Non voglio però dissimulare qualche scrupolo, e dubbio intorno a questa cosa venutomi. Ho compreso bensì dalle sperienze, che l' area della figura OQTYO (*fig.* 6. *tav.* I.) poteva rappresentare la quantità dell' acqua fluente per tutta la perpendicolare OQ: ma ho veduto altresì, che non si poteva precisamente distinguere la proporzione fra la quantità dell' acqua, che esce per l' altezza viva OP, e la quantità dell' acqua, che esce per l' altezza morta

PQ. Per iscoprire adunque questa tal proporzione; avendo stabilito di tentare la cosa con una nuova esperienza, ho ordinato l' apparecchio in guisa, che la fossa ABCD (*fig.* 5. *tav.* 1.) vicino al vaso P fosse coperta da un ponte; indi che la bocca di un canale formato di laminette di ferro fosse accomodata alla parte IZRL della sezione retta in tal modo, che l' acqua uscendo per l' altezza viva della sezione medesima, entrasse necessariamente nello stesso canale. L' altra bocca poi di esso canale si congiungeva perfettamente con la sezione di un altro vaso, (aggiunto ai tre primi), e questo vaso era depresso a forza profondamente nell' acqua della fossa, e con alcuni pali piantati nel fondo di essa fossa era fermato vicino al ponte in maniera, che l' acqua fluente della sezione IZRL del vaso P corresse con un poco di declivio in questo nuovo vaso, da cui si poteva poi cavare comodamente. Dopo di aver così disposte le cose suddette, ho instituite come prima le sperienze; e perchè mi era nota la quantità dell' acqua nel vaso T, quando io misurava (finito l' esperimento) quella che rimaneva nel medesimo vaso, conosceva anche facilmente la quantità dell' acqua, che era uscita nell' intiero tempo dell' esperimento. E di più potendosi misurare l' acqua raccolta nel vaso aggiunto, la misura di questa m' indicava quanta acqua uscita fosse per l' altezza viva: onde sottratta la quantità di questa viva dalla quantità di tutta l' acqua, che era uscita nell' intiero tempo dell' esperimento, rimaneva la quantità dell' acqua uscita per l' altezza morta. Di sì fatti esperimenti ne ho varj instituiti: ma parte perchè l' esecuzione era di un grande imbarazzo, parte perchè di tali sperienze sarebbe stato necessario un maggior numero, parte ancora per altre cagioni, non potei determinare precisamente il rapporto tra le quantità fluenti per l' altezza viva, e le quantità fluenti per l' altezza morta. Avvenne però più di una volta, che queste quantità (fossero all' incirca) nella medesima proporzione, che l' area della parabola all' area del parallelogrammo nella medesima sesta figura. Ma quando ciò non avvenne, le cose però erano tali, che io giudicava poter essere non lontano dal vero questo teorema; cioè che l' acqua fluente per l' altezza viva all' acqua fluente per l' altezza morta non ha mai maggior proporzione di quella, che abbia l' area della parabola OPY al parallelogrammo PQTY. Così almeno parvemi di poter conchiudere. Del resto ho varie volte osservato, che crescendo l' altezza viva più della morta, l' acqua viva a rata (come dicono) porzione correva in copia minore.

LXXXIX. Ho pensato adunque, che si leverebbe ogni dubbio, stabilendosi, che le applicate nella figura OQTYO non si prendano a rigore, perchè ciascheduna applicata rappresenti precisamente la quantità dell' acqua, che scorra per quel punto della sezione, al quale

appartenga la applicata tolta in considerazione; ma che si prenda tutta l'intiera figura per rappresentare tutta la quantità dell'acqua fluente per la intiera sezione. Laddove io mi lusingo in primo luogo, che nel suddetto (*LXXXVIII.*) teorema non vi sia cosa alcuna, la quale si allontani dal vero: indi che niente ripugni al riputarsi capacissima pel caso nostro l'area della figura presa per rappresentare le quantità dell'acqua, provato che ne sia il confronto delle sperienze; mentre non conviene in questo caso porsi in troppa pena, perchè la figura sia precisamente vera, trattandosi di adoperare un'area vera, ed essendo le velocità medie assai esattamente stabilite. Finalmente mi lusingo pure, che sieno vere quelle cose, le quali non solo sono tali, se la quantità dell'acqua viva alla quantità dell'acqua morta ha la medesima ragione, che ha l'area della parabola OPY al parallelogrammo PQTY; ma ancora sono vere, se l'acqua viva non sia in copia maggiore di quella, che richiederebbe questa ragione, siccome si suppone nel proposto (*LXXXVIII.*) teorema. Io sono adunque bastevolmente provveduto di cose stabilite così, che servirmene posso. Ma io facendone uso, non istarò a ripetere ciascuna volta, che io le adopero così, perchè in tal maniera adoperate sicure sono: basta che io abbia esposte le credute da me regole sicure, e che io seguiti poi ciò che una volta esposi.

XC. Ma non ostante però voglio ancora soggiungere ciò, che dopo tutto questo mi era in mente venuto; cioè poter forse accadere, che ad alcuno non vada a genio che li numeri da me paragonati tra di loro scambievolmente non sieno stati trovati uguali perfettamente, ma quasi uguali; e che vi sieno (imperocchè vi saranno, anche se tutti gli stessi esperimenti al calcolo si riducono) tra' numeri, che dovrebbero essere eguali per la similitudine degli esperimenti, alcune differenze, piccole bensì, ma pure esistenti tra tutti i numeri. Ma se egli si metterà a considerar quelle cose, che ora sono per dire, spero, che sarà per mutar parere, e che più non gli sembrerà, che tali differenze turbino il metodo stabilito.

XCI. Conciossiachè la cosa può considerarsi così. Se l'altezza viva sarà molto grande, anche un moto molto grande prodotto da una gran copia di acqua diverrà alquanto perturbato, e cagionerà negli esperimenti qualche specie di estraneo inconveniente. Ma se l'altezza morta sarà grande, l'acqua viva però, anche in poca copia, potrà muovere una gran copia di acqua morta (nè v'è punto di maraviglia: l'acqua sotto la supeficie dell'acqua morta se ne sta come in equilibrio; dunque da questo, e dalla natura dell'acqua non è maraviglia, se prontamente movendosi, ceda alla sopravveniente più alta, che la preme); e per tanto potrà nascere una qualche perturbazione, potendo facilissimamente nell'agitazione di tanta copia di acqua

introdursi qualche estrinseco accidente, che ne turbi alcun poco il moto.

XCII. E dovendo sotto la superficie dell'acqua morta l'acqua (tale è quella sotto la superficie la quale passa per il punto Z) (*fig.* 5. *tav.* 1.) soggiacente all'altezza viva (supponiamo, che nel vaso P l'altezza dell'acqua, che sarà viva, sia NZ) passare, e penetrando dividere l'altr'acqua non posta sotto la medesima altezza viva (supponiamo l'acqua alquanto di qua dalla parte ZGER della sezione retta), ne nasce, che l'acqua, la quale deve essere in tal maniera divisa, per l'adesione delle sue particelle faccia resistenza (*XVII.*) all'acqua che la divide, e spezza; dalla qual resistenza il moto dell'acqua sotto la superficie dell'acqua morta può essere in qualche parte ritardato. Cade anche in questo conto una certa coerenza (può chiamarsi fregamento, o frizione) delle particelle dell'acqua con i labbri dei lumi, per li quali fluisce l'acqua: conciossiachè alcune delle particelle, nell'uscire, vengono ritardate dai meati di essi immobili labbri, attorno li quali vanno serpendo; ed a tali particelle attaccandosene in certo modo (*XVII.*) delle altre, il moto dell'acqua viene pure per alcun poco impedito, e frastornato.

XCIII. Si avverta di più, che l'acqua sgorgante in gran copia per una qualunque sezione, può anche essere soggetta ad un altro genere di disordine, poichè in luogo dell'acqua che esce, dovendone succedere della nuova, se questa sia molta, può accadere per varie circostanze, che dal luogo prima occupato, al luogo, per cui deve uscire, non passi con quella celerità, che converrebbe, e che da ciò si perturbi anche l'uscita.

XCIV. Può essere però all'incontro, che una qualche esperienza sia fatta con un macchinamento tale, che l'acqua s'infonda con grand'impeto in quel vaso, da cui deve indi fluire. Quest'impeto con la sua forza può incitar l'acqua a fluire con una maggiore velocità. Quindi quanto l'acqua sarà in maggior copia, tanto maggiore sarà anche l'impeto, e l'acceleramento: la qual cosa fu anche avvertita per avanti dal celebre sig. Mariotte in varj esperimenti. E di qua forse ne venne l'errore di quelli, li quali stimarono allora principalmente manifestarsi, che le velocità dell'acqua fluente con moto semplice non sieno in suddupIicata ragione dell'altezze, quando l'acqua scorre da più (*XXVIII.*) ampj fori: perchè allora que', che eseguiscono gli esperimenti, sono in necessità di sopraggiungere maggior copia d'acqua, a fine che le altezze vive conservino sempre la medesima grandezza. Se poi infondono l'acqua inavvertitamente con troppa forza, e con troppo impeto, ne nasce, che l'acqua fluente per li fori acquisti velocità maggiore di quella, che acquistata avrebbe dalla sola pressione dell'acqua sopraincombente: e per questa

maniera pare, che le velocità si accostino maggiormente a quella proporzione, che è propria dell'altezze.

XCV. Per tal ragione, nel fare gli esperimenti, convien procurare con tutta la diligenza di somministrare l'acqua senza alcun impeto: e di fatti osservai, che in quegli esperimenti, che ho riferiti in ultimo luogo, la cosa riesce più felicemente, se il vaso infimo P (*fig.* 5. *tav.* 1.) sia più grande: conciossiachè il vaso da me ultimamente adoperato, il fondo del quale aveva un diametro di pollici 44, fu di maggior uso, che non fu il vaso in prima adoperato, il di cui fondo aveva il diametro di pollici 30: e però per levare (o sminuire quanto mai si potesse) un tale incomodo, adoperai, non senza vantaggio, e il fascetto di virgulti, e la tavola (*XLII.*) dalla quale il vaso veniva quasi diviso in due parti in guisa, che i virgulti ricevessero l'acqua cadente degli epistomj, e la tavola resistesse al moto, che poteva nascere dalla forza della caduta. E benchè estinto, o quasi affatto estinto, essendo ogni moto dell'acqua cadente, e quello solo restando in vigore, che venisse prodotto dalla pressione dell'acqua più alta sopra la superficie dell'acqua morta, ne avvenisse, che l'acqua fosse un poco ritardata (poichè quella che era lontana, non poteva subentrar (*CXIII.*) così tosto); pure questo ritardo riesce per isconciare l'esperimento di forza minore di quella proveniente dall'acceleramento, che è cagionato dall'acqua con troppo impeto sostituita. Se si potesse affatto rimuovere e questo acceleramento, e quel ritardo, la cosa senza dubbio anderebbe meglio: ma chi è, che il possa? Se io debbo dire il mio parere, conchiudo così: chi userà maggior attenzione per non avere incomodo veruno, quegli avrà il minimo.

XCVI. Pertanto se si farà una diligente riflessione alle suddette cose, sarà facile il concepire, per qual ragione nel confronto degli esperimenti alcune differenze s'incontrino. Nè le cause esposte fin qui vagliono sempre: imperocchè dalle mutazioni nelle cause stesse, da cui sono prodotte le differenze, altre nuove differenze ponno partorirsi. Anzi può nascere, che la quantità dell'acqua si abbia alcuna volta maggiore del convenevole, e qualche volta minore, anco nel caso, in cui si procuri, che non si muti punto la maniera di fare l'esperimento: e neppur tralasciar si dee di riflettere non solo alla varietà de' siti, alla quale soggetti esser ponno li vasi portatili; ma ancora alla difficoltà di determinare precisamente le vive altezze. Ed in proposito di questa difficoltà dirò, che un certo tremolare dell'acqua, un certo attaccamento della stessa alle pareti de' vasi, ed un tal quale incerto splendore, troppo difficultano di segnare con esattissima precisione il termine della superficie dell'acqua.

XCVII. Non è adunque meraviglia, se replicandosi di nuovo lo

stesso stessissimo sperimento, non sempre il primo con il secondo si accordi perfettamente, siccome con ingenuità abbiamo fatto avvertire di sopra (*LI.*). E da queste cose ancora apparisce per qual ragione il p. Castelli abbia potuto nel suo sperimento ingannarsi; conciossiachè essendosi egli servito di un canale declive (come apparisce dal di lui racconto), fu bene impropria la costituzione di quello; e perciò il moto, che avrebbe dovuto esser prodotto dalla sola altezza dell' acqua, sarà per cagione di quella declività diventato più veloce del convenevole. In oltre misurò egli l' altezze nello stesso canale, vale a dire nella massima perturbazione dell' acqua, d' onde gli potè avvenire, che l' acqua gli paresse veloce più di quello, che fosse in fatto.

XCVIII. Anzi nessuno (per quanto credo) giudicherà, che io proponga un paradosso, se dirò, che da queste cause delle differenze resta pienamente confermata la regola da me stabilita: imperocchè se vi era alcun motivo, onde potesse alcun dubitare della medesima, egli era certamente l' osservazione di quelle differenze, che ho già accennate; ma già abbastanza è manifesto, che esse provennero da cause esterne, non da metodo adoperato nel calcolare: e così sembra del pari confermarsi chiaramente, che lo stesso metodo scoperto possa da noi in avvenire adoperarsi con sicurezza.

XCIX. Ma se in questo metodo, o in alcun' altra parte di questa dottrina, arrischiata avessi qualche proposizione men giusta, io chieggo da quelli, i quali la scoprissero, che pria di darmi taccia, consultino di nuovo la già (*dal XXIII. al XXIX.*) esposta storia della dottrina del moto semplice; ma perchè principalmente essa storia sia stata da me narrata, ora dirò, e dirò avere io avuto in mira, che gli uomini cortesi, e dotti (che non ripongono tutto il loro sapere in un qualche tenue esercizio, ma sanno molto bene e quanto vaglia la dottrina di sua natura, e quanto la sperienza, e in qual maniera possano propagarsi de' vantaggi dall' una nell' altra) prima di formar censure intorno a questa dottrina del moto misto, dovessero quasi necessariamente riflettere, che la teorica del moto semplice, benchè più facile sia, è stata però ignota agli antichi matematici, e non fu scoperta se non dopo tanti secoli; che nella stessa dottrina non apparve la verità, se non dopo la correzione di varj errori, e che anche dopo essersi manifestata la verità, solamente negli ultimi tempi è stata lavorata la germana dimostrazione con le costanti meccaniche leggi della natura: così poi, dopo che fatte avranno queste considerazioni, giudichino pure, che io mi uniformerò volontieri al loro giudizio.

C. Ritrovato il metodo, che mi sembra confacente per conoscere quali quantità possono essere somministrate da varie altezze miste

dell' acqua in varj tempi, e quali velocità medie possano essere prodotte nel moto misto dalle medesime altezze, siamo già arrivati alla parte più utile dell' opera disegnata. Ma quando dalle cose di sopra esposte si tenti di rilevare altre quantità, il tentativo riesce molto difficile, e laborioso: pure perchè dalla intelligenza delle medesime potremmo venire in cognizione di molte cose utili ai porti, ai fiumi, alle lagune, ed altre acque correnti (avendo preso di mira il vantaggio), ho stabilito di espormi al pericolo, piuttosto che abbandonare l' impresa.

CI. E per verità mi sono persuaso esser chiaro, che la dottrina dell' antidetto moto misto debba riuscire di non lieve uso nella considerazione dell' acqua, che o influisce in un porto, o da un porto si scarica in mare. Fingiamo di grazia (per porre in miglior lume la cosa), che tanto in un qualche porto, quanto nel prossimo mare l' acqua sia allo stesso livello: indi che o nel porto, o nel mare l' acqua s' ingrossi, o per li tributi di qualche fiume, o per l' impulso del vento, o per il flusso dell' acque, o per qualunque altra cagione: e succedendo ciò, per esempio, nel porto, alla bocca di esso sopra di quella prima superficie d' acqua (che alla superficie dell' acqua morta dee riferirsi) si supponga sopravvenire una qualche altezza viva, per cagion della quale l' acqua divenendo declive verso del mare, debba entrare nel mar medesimo. Poste queste cose, ben pare evidente, che la considerazione delle proprietà del moto dell' acque, che dee fluire dal porto, dipende dalla proposta dottrina del moto misto: e lo stesso si verificherà senza dubbio delle lagune comunicanti con il mare, quando o l' acqua del mare eccedendo d' altezza la superficie dell' acqua morta, entri nelle stesse lagune per un qualche sito, dove sieno rotti i lidi (dividenti dal mare esse lagune), o quando il contrario accada. Lo stesso dovrà dirsi ancora de' fiumi, e specialmente di quelli, da alcuni detti reciprocauti: conciossiachè li fiumi, che vengono rispinti dal mar gonfio, placato che sia lo stesso, non v' entrano già solo, perchè ricevano impulso dal declivio del proprio alveo, ma v' entrano, perchè la superficie superiore del fiume vicino alla foce è più alta della superficie superiore del mare. Sicchè in tal caso l' altezza dell' acqua d' un fiume dal fondo alla sommità dell' acqua del mare deve considerarsi per altezza morta; il restante poi dell' altezza dell' acqua del fiume deve considerarsi per altezza viva. E conviene intendere ancora lo stesso de' canali: conciossiachè si supponga, che l' acqua d' un qualche canale comunichi con altr' acqua, e che da principio tutta l' acqua terminata sia dalla superficie dell' acqua morta, ma che dipoi nel canale ne venga della nuova: in tal caso l' altezza di questa sarà viva, e l' acqua viva, e la morta muoveransi secondo quelle leggi del moto misto, che abbiamo

dichiarate nella parte antecedente di questo libro. Altri sì fatti casi si potrebbero proporre; ma basteranno i già accennati, de' quali ognuno può facilmente servire a provare, che si dee far molto conto de' movimenti dell' acqua.

CII. E tali cose essendo così, o a sufficienza (almeno per quanto io penso) posto in chiaro, che la dottrina dell' acqua corrente con moto misto esser può di grande utilità. Ora per rimettermi in sentiero, e per ricavar dalle cose proposte qualche altro profitto, riassumerò l'equazione spettante al parametro del moto misto, che si trovò (*LXXII.*) essere $P = (8cmp + cup) : (8cm + 4(b^5 m^7)^{1:6} + cu)$. Anzi se l' altezza morta m sarà data, le quantità variabili saranno solamente P, ed u; e sarà facile il concepire, che questa equazione può trasmutarsi in un'altra del secondo grado, all' iperbola fra gli asintoti. All' incontro se l' altezza viva u sarà data, le quantità variabili saranno P, ed m: dalle quali cose può rendersi manifesto, che l' equazione alla curva algebraica (conciossiachè si leverà il segno della radice variabile) sarà di un molto alto grado. La curva diventerà parimente di grado assai alto, se si supporrà costante il parametro, e sieno variabili le due altezze viva, e morta. Nè m' estendo di vantaggio intorno a quelle circostanze, nelle quali nè l' una nè l' altra delle altezze viva, o morta, nè il parametro del moto misto si supponessero costanti; nel qual caso tre sarebbero le variabili: della triplice varietà di sotto qualche cosa dirò.

CIII. Ma può anche essere, che alcuna volta utilissimo riesca il sapere quali differenze nelle quantità dell' acqua nascono dalle mutazioni o nell' altezza viva, o nella morta, o nell' una, e nell' altra; il che però non si può rilevare, se noto non sia ciò, che possa da tali mutazioni accadere ai parametri del moto misto. E pertanto non sarà facilmente inutile, se con l' uso della già proposta dottrina si tratti la cosa (intendo dire delle altezze vive, e delle morte, fra le quali passa una ragione finita) alquanto più estesamente.

CIV. Se determinato sarà il parametro conveniente alle date altezze morta m, e viva u (l' altezza uguale all' una, ed all' altra prese insieme si chiama l' altezza mista XII.); indi l' altezza mista, che si dica i, conservandosi costante, qualche porzione, che si nomini a, della morta si faccia viva, sicchè la viva diventi $u + a$, la morta $m - a$; e dopo tale alterazione delle date altezze, se si troverà un nuovo conveniente parametro, apparirà dalla natura delle frazioni, che questo nuovo parametro sarà maggiore del ritrovato, prima che si detraesse quella parte all' altezza morta, e si aggiugnesse all' altezza viva. Ora da tutto ciò, e dalla proprietà della figura, dalla quale vengono rappresentate le quantità dell' acqua corrente, si fa palese, che dopo la suddetta alterazione, viene somministrata dalla

6

perpendicolare, corrispondente alla medesima altezza i, una quantità di acqua maggiore di quella, che veniva somministrata innanzi la già detta alterazione.

CV. E stando fissa la medesima altezza i, formata dell'altezza viva, e della morta, se alcuna porzione della viva si faccia morta, il parametro (per cause simili alle prime) dopo una tal mutazione diventerà minore di quel che era prima; e dalla perpendicolare, corrispondente all' altezza i, verrà somministrata maggior copia d' acqua, che prima della mutazione.

CVI. Laddove se o un qualche fiume, o gli scoli de' campi cadranno o in mare o in un lago con moto misto, ed indi qualche mutazione si faccia, dubitare poi non si potrà, che mutata qualche parte dell' altezza morta in viva, si accresca la quantità dell' acqua fluente nel mare, o nel lago; e che all' incontro mutata alcuna parte della viva in morta, la fluente quantità si diminuisca. Gioverà, che con diligenza riflettano a queste cose quelli i quali s' impiegano in sì fatte materie, e che da esse prendano una qualche regola.

CVII. Se in un caso, sarà data l' altezza viva u, ed anche l' altezza morta m sottoposta a quella, e primieramente l' altezza viva si accresca di una qualche porzione a, onde divenga $u+a$, conservandosi la medesima altezza morta m, come quando fu data; e se in un secondo caso l' altezza morta m, si accresca di quella medesima porzione a, e diventi $m+a$, conservandosi la medesima altezza viva u, come quando fu data: sarà in tali casi manifesto (per le cose dette di sopra), che il parametro per quella prima addizione diventerà più grande, che per questa seconda; e che la quantità dell' acqua corrente, accresciuta l' altezza nella maniera prima, sarà maggiore della quantità dell' acqua che correrà, quando l' altezza avrà ricevuto l' accrescimento nella seconda maniera.

CVIII. Qualunque volta dunque, con la mutazione o della foce di un fiume, o dell' adito di un porto, o della sboccatura di uno scolo di campi, o di simili altre aperture, per le quali l' acqua fluisca con moto misto, possa accrescersi l' altezza viva, o, in vece di questa, l' altezza morta, egli è assai chiaro che non conviene fissare risoluzioni senza una previa diligente considerazione delle cose ora proposte.

CIX. Se conservandosi la medesima altezza viva u, si accresca l' altezza morta m, onde questa sia $m+c$, il parametro si sminuirà; ma non però in guisa, che la quantità dell' acqua corrente con l' altezza composta della viva e della morta accresciuta, cioè $u+m+c$, non riesca maggiore di quella quantità che sarebbe corsa con l' altezza viva, e morta $u+m$ di prima.

CX. E se mantenendosi la medesima altezza morta m, si accrescerà l' altezza viva u, sicchè questa sia $u + c$, crescerà il parametro: laonde tutto cospirerà a fare, che si accresca la quantità dell' acqua fluente in sì fatta guisa.

CXI. A queste cose adunque conviene aver mira, ed al calcolo, con cui si scoprono in certa maniera le proprietà dell' opera da farsi onde dalla cognizione della natura di quella cosa, che si dee eseguire, se ne possano ritrarre molti vantaggi. E perchè convien anche provvedere alla facilità, gioverà riflettere a quelle circostanze (poichè non vi è tempo di enumerarne molte), nelle quali può accadere, che l' altezza viva sia bensì variabile, ma non in guisa, che al confronto dell' altezza morta ella sempre piccolissima non sia: vale a dire, che le mutazioni dell' altezza viva in quei casi non possono cagionare grandi mutazioni ai parametri del moto misto: e così prendere si può un parametro alquanto minore di quello, che converrebbe ad un' altezza viva maggiore; il quale, se non fosse precisamente cognito, dovrà cercarsi, ponendo in uso una esattissima approssimazione (ciò che, cognita essendo la dottrina del moto misto, si potrà fare: altrimenti non si potrebbe). Che in sì fatte circostanze poi sia lecito l' usar una tal maniera, lo persuade la picciolezza della differenza, che passa fra le quantità nascenti dai precisi parametri, e le quantità provenienti dai parametri per via di una approssimazione esattissima presi; ed allora tanto più debb' esser lecito quando il maneggio più proprio della cosa, o riesce di una fatica intollerabile, o non si può riuscire in altra forma.

CXII. Passo ad altre equazioni. Si trovi adoperando la velocità media (*LXXXI.*) l' espressione propria per la quantità dell' acqua corrente con moto misto. Supponiamo, che in un' altra, simile alla già ritrovata espressione della quantità dell' acqua fluente con moto misto, l' altezza viva si chiami V, l' altezza morta M, con tal legge, che l' altezza morta M sia sempre maggiore dell' altezza morta m. Posto ciò, se fingiamo, che in tempi eguali escano quantità di acqua eguali per due perpendicolari, una delle quali appartenga alla minore altezza morta m, l' altra all' altezza morta maggiore M, avrassi questa equazione; $[(8cmup + cuup) : (8cm + 4(b^5 m^7)^{1:6} + cu)]^{1:2} (2u + 3m) : (3u + 3m) . (u + m) = [(8cMVp + cVVp) : (8cM + 4 (b^5 M^7)^{1:6} + cV)]^{1:2} . (2V + 3M) : (3V + 3M) . (V + M)$.

CXIII. Considerandosi questa equazione, riesce facile l' intendere, che di due quantità uguali di acqua, che fluiscono in tempi uguali per due perpendicolari del moto misto, correrà con maggior velocità media quella, la di cui altezza morta sarà minore; mentre se non fosse maggiore sarebbe o uguale, o minore. Si supponga in primo luogo che le velocità medie nell' uno, e nell' altro membro dell' equazione

sieno uguali, sarà ancora $u + m = V + M$; e se sarà $u + m = a$, si avrà $u = a - m$, ed $V = a - M$; laddove nell' espressioni delle velocità uguali sostituendo $a - m$ in luogo di u, ed $a - M$ in luogo di V, si troverà $m = M$; ma si (*CXII.*) costituì, che m fosse minore di M: adunque era falso ciò che prima si era posto, cioè che le velocità medie fossero eguali. Si supponga di più, che la velocità media, in cui v' entra m, sia minore della velocità media in cui v' entra M: $u + m$ supererà la $V + M$ di una qualche porzione, la quale si chiami b. Adunque quando sarà $u + m = c$, sarà $V + M = c - b$, ed $u = c - m$; e $V = c - M - b$. E facendosi la sostituzione della quantità $c - m$, in luogo di u, e di $c - M - b$, in luogo di V, ci troveremo nella conclusione ridotti parimente all' assurdo. Adunque era falso anche ciò, che poco fa si supponeva; cioè che la velocità media nella quale si contiene m, sia minore di quella, nella quale v' entra M. Pertanto se questa velocità media non può nè eguagliare, nè ecceder quella, egli è assolutamente necessario, che quella sia maggiore di questa. Quindi apparisce, che la medesima quantità di acqua, che deve scorrere per una perpendicolare di moto misto, in un dato tempo, e con una data altezza morta, si muove con maggiore velocità media, che se ella avesse dovuto scorrere, bensì in un tempo uguale, ma con un' altezza morta maggiore di quella data. E quanto è maggiore la velocità dell' acqua, tanto l' acqua stessa diventa (*XXII.*) più atta sì a smuovere, ed a strascinarsi dietro le particelle degli altri corpi, le quali possa investire, e spingere, come a sforzare gl' impedimenti, che facessero resistenza al suo moto: e però se la medesima quantità di acqua scorrerà con moto misto, allora avrà più forza di trar seco maggior copia di particelle degli altri corpi; e di respingere gli ostanti impedimenti, quando, senza mutarsi il resto, diventi minore l' altezza morta.

CXIV. Quindi in oltre si conosce, che per lo contrario la velocità media dell' acqua dee sminuirsi necessariamente, se stando fisse tutte l' altre cose, in un qualche moto misto d' acqua s' accresca l' altezza morta.

CXV. Ma il moto semplice dell' acqua si può considerare come un moto misto, nel quale l' altezza morta sia eguale al zero (*LXIV.*) e però supponendo $m = o$, si potrà conoscere dall' equazione medesima (*CXII.*) che fluendo due quantità uguali d' acqua, in tempi uguali, per due perpendicolari, una delle quali sia di moto misto, l' altra di moto semplice, ne siegue, che con maggior velocità media corra quella, che passa per la perpendicolare di moto semplice. Sicchè si vede, che la medesima quantità d' acqua, che debba scorrere per una perpendicolare di moto misto, si muove, in un dato tempo, con una velocità media minore di quella, con cui in un tempo

uguale sarebbe corsa per una perpendicolare di moto semplice: e perciò una quantità d' acqua correndo con moto semplice, può avere più forza, che un' altra uguale quantità d' acqua fluente con moto misto: sicchè quella avrebbe vigore per corroder dai corpi in maggior copia le particelle, e di togliere di mezzo più impedimenti, che le facessero resistenza.

CXVI. D' onde ne segue, che se una data quantità di acqua corrente con moto semplice venga sforzata a fluire con moto misto, senza variar quelle cose, che possono restare senza essere variate, perde qualche parte della sua prima velocità.

CXVII. Dopo queste cose, se vogliamo considerare l' acqua, che scorre non per le perpendicolari, ma per le rette sezioni, ed intendiamo, che le quantità dell' acqua sieno denominate come sopra (*CXII.*) ma però moltiplicate per le larghezze l, ovvero L delle loro rette sezioni, supponendo che quantità eguali di acqua scorrano per ambedue le sezioni, sarà l' equazione $[(8cmup + cuup) : (8cm + 4(b^5m^7)^{1:6} + cu)]^{1:2} . (2u + 3m) : (3u + 3m) . (u + m) . l = [(8cMVp + cVVp) : (8cM + 4(b^5M^7)^{1:6} + cV)]^{1:2} . (2V + 3M) : (3V + 3M) . (V + M) . L$. Dalla quale equazione (oltre dell' altre cose) si può raccogliere, che se si supponga $m = 0$ può facilmente accadere per cagione delle differenze delle altezze vive, che l' acqua corrente con moto semplice acquisti minor velocità media, che un' altra acqua fluente con moto misto.

CXVIII. Ed a bella posta ho parlato più volte delle quantità uguali dell' acqua, acciocchè la cosa con chiarezza maggiore trattar si potesse: per altro dalla dottrina stabilita circa alle quantità uguali, potrannosi raccorre molte cose appartenenti alle ineguali quantità. Qui però conviene avvertire, che passa una massima differenza tra la costanza della velocità dell' acqua che scorre con moto misto per un luogo in cui non possa sottentrarvi nuova acqua, e la costanza d' un' altra velocità d' acqua, che corre parimente con moto misto, ma per un luogo, nel quale possa sempre qualche nuova acqua introdursi; perchè le perdite, ivi sofferte dall' altezza viva, non vi si ponno rimettere, e qui all' incontro si ponno. Queste cose poi spettanti alla costanza della velocità s' intendano, nella debita maniera anche delle mutazioni. La cosa in oltre sarà diversa, giusta la varia quantità dell' acqua, che potrà sopravvenire; imperocchè le altezze vive diventeranno variabili: quanto poi vagliano le altezze vive variabili, si è già spiegato abbastanza.

CXIX. Ora tornando a considerare la natura dell' equazioni, si osservi, che supposta l' altezza morta m come cognita, anche queste ultime equazioni, se con li soliti artificj si leveranno li segni radicali, si possono ridur di poche dimensioni; e si osservi pure, che al-

contrario, diventano di più dimensioni, se a cagione dell' altezza morta incognita, per levare li segni radicali, bisogna elevare le quantità tutte alle loro debite potestà. Perciò deve stare attento, e deve anche procurare con diligenza quegli, con cui conviene trattare di sì fatte cose, o per le lagune, o per li fiumi, o per li porti, che riducendo le cose al calcolo (per quanto gli sarà possibile il farlo) abbia costante, e cognita piuttosto l' altezza morta, che la viva onde possa più facilmente costituire ciò, che restasse da conoscersi, e da determinarsi. Il che dovrebbe in fatti il più delle volte accadere; mentre pare che l' altezza morta sia meno soggetta a variazioni, che non è la viva.

CXX. Si deve dunque, per venirne a capo, procurare, con il maneggio de' calcoli di adoperare, se sia possibile, piuttosto l' altezza morta, che la viva. Siavi, a cagion d' esempio, un canale con le ripe fra di loro parallele, e con il fondo orizzontale, onde le parti estreme dello stesso, per le quali scorre l' acqua, si possano considerare come una retta sezione. Vi sia di più un altro canale simile a questo, ma di maggior larghezza. Se sia proposto di cercare le proprietà, dell' acque fluenti per questi canali con moto misto, si adoperi prima l' altezza viva, piuttosto che la morta, per cavarne molte proprietà, le quali facciano strada ad iscoprirne dell' altre. Si prenda adunque come cognita l' altezza morta (la quale nel canale più stretto non sia minore dell' altezza viva); e nell' espressione della quantità dell' acqua, che scorre dalla perpendicolare del primo canale, si potrà sostituire ca in luogo di $8cm + 4(b^5 m^7)^{1:6}$. Si supponga poi, che la larghezza del primo canale, alla larghezza del secondo sia come 1 ad l; la velocità media dell' acqua fluente per il primo canale si potrà esprimere così: $[(8mup + uup):(a+u)]^{1:2}.(2u+3m):(3u+3m)$; la quale espressione si nomini A: e la quantità dell' acqua medesima si esprimerà così $[(8mup + uup):(a+u)]^{1:2}.(2u:3+m)$; e questa si chiami C. Si supponga di più, che nel secondo canale vi sia la medesima altezza morta d' acqua, che nel primo, e che vi sia anche la medesima quantità d' acqua viva: dunque (essendo nel primo canale l' altezza viva u, ed essendo l' altezze in ragion reciproca delle larghezze, per la ragione delle quantità uguali dell' acqua) l' altezza viva nel secondo canale sarà $u:l$; e la velocità media dell' acqua corrente per lo stesso canale si denoterà in questa maniera $[(8mulp + uup):(all + ul)]^{1:2}.(2u + 3ml):(3u + 3ml)$; la quale si chiami B: finalmente la quantità dell' acqua stessa si esprimerà così $[(8mulp + uup):(all + ul)]^{1:2}.(2u:3 + ml)$; la quale si denomini D. Poste le suddette cose, se si paragoni A con B, si può certamente dedurne, che nel primo canale la velocità media dell' acqua è maggiore, che nel secondo; ma se si paragoni C

con D, se ne ricava altresì, che per questo secondo corre una copia d'acqua maggiore che nel primo. E perchè ciò più facilmente apparisca, si potrà dimostrare, che l'acqua fluente per il primo canale all'acqua fluente per il secondo, ha maggior ragione, che $72 m^3 l^3 + 44 m u u l + 4 u^3$ (e questa quantità si chiami E) a $72 m^3 l l + 44 m u u l l + 4 u^3 l l$ (e questa quantità si nomini F), nelle quali quantità E, ed F non sarà mai m minore di u, e però E non mai minore di F: ed in tal guisa resta aperto l'adito per cercare molte altre simili proprietà.

CXXI. Per altro, prima di lasciar questo punto, non ometterò di avvertire, che data la velocità media, non vien data per questo nè l'altezza viva, nè la morta, nè la somma loro: imperocchè possono darsi infinite combinazioni tra le grandezze dell'altezza viva, e della morta, le quali tutte vagliono a produrre la medesima media velocità. Laddove in questa dottrina dell'acqua corrente con moto misto conviene osservare, che data o nel mare, o nelle lagune, o nella foce di un fiume la velocità media dell'acqua, non si può scoprire per ciò l'altezza dell'acqua, come si scoprirebbe, se l'acqua corresse con moto semplice; e che per questa stessa ragione la dottrina dell'acqua corrente con moto misto è molto più difficile della dottrina dell'acqua corrente con un semplice moto.

CXXII. Che se date saranno sì la velocità media, come l'una o l'altra delle altezze, o la viva, o la morta, si potrà ritrovare anche l'altra altezza; poichè vi sarà una sola incognita quantità, la quale con l'uso delle quantità cognite si definirà, almeno per mezzo di una esatta approssimazione. Pertanto dove realmente si trattasse di acqua, che uscisse con moto misto per un qualche luogo stretto, o da un porto, o da lagune, o da un fiume, ed accadesse alcuna delle già esposte cose, non poco lume potrebbe somministrare il già detto di sopra.

CXXIII. Se fossero incognite l'altezza viva u, e la morta m, e la quantità dell'acqua corrente, la quale si chiami q, si avrebbero tre variabili. Per verità dell'equazione, in cui v'entrino tre variabili, ne parlò il celebratissimo, già meritamente lodato sig. Giovanni Bernoulli, e ne costituì il luogo ad infinite curve algebraiche (negli Atti degli eruditi, stampati in Lipsia l'anno 1694. pag. 435.) dove si leggono molte cose trovate con sottigliezza, e degne di un sì grand' uomo. Per altro pare, che si possa aver in mira anco ad un luogo alla superficie (perchè a questo ancora noi miriamo) se vi sieno tre variabili. Sebbene, dopo il luogo Bernoulliano, non giova molto diffondersi per questo altro luogo alla superficie; imperocchè essi due luoghi non sono tanto differenti fra di loro, quanto sembrano esserlo al primo aspetto; in quel luogo Bernoulliano essendovi infinite

curve, ed infinite essendovene parimenti in questo luogo alla superficie. Pure alcune cose mi stimolavano in certa maniera a toccar questo ancora; e primieramente una certa differenza, cioè che in quel luogo vi sono infinite curve nel medesimo piano, ed in questo, ch' elleno sono in piani infiniti: secondariamente l' autorità di dottissimi uomini mi stimolava. Pappo Alessandrino nel Proemio al settimo libro delle sue matematiche Collezioni, nel quale si contengono li lemmi della risoluzione del luogo, fece menzione di due libri scritti da Euclide de' luoghi alla superficie, li quali (come si crede) ci furono rapiti dal tempo. Mi sovviene eziandio, che il dianzi lodato signor Ermanno mi disse di aver una volta pensato intorno a questi luoghi alla superficie, ed ultimamente m' incitavano alcune già prevedute occasioni, nelle quali, per rappresentare certe proprietà del moto misto, sarebbe riuscito di giovamento il poter far uso di più luoghi per le equazioni comprendenti tre incognite, o (per dir meglio) tre variabili. Ora a questo proposito avvertirò, che dopo la mia edizione latina di quest' Opera, e per conseguenza delle cose dette in quest' articolo, e nei seguenti, il signor Alessio Clairaut, dell' Accademia Reale delle Scienze di Parigi, ha prodotto alla luce un libro eccellente, intitolato: *Recherches sur les courbes à double courbure*. A ciò, che rende ammirabile l' ingegno, e la dottrina del chiarissimo Autore, che appariscono in quel libro, si deve aggiungere, che quando lo produsse (nel 1731.) era in età di soli sedici anni. In esso libro è somministrato il modo di considerar certe superficie curve nella maniera la più generale, che è di esprimerle per mezzo di equazioni comprendenti tre variabili. Nè qui altro aggiungerò intorno alle curve curvitege del p. Corsieur, proposte nel di lui Opuscolo *De sectione superficiei etc.* (*Divione* 1663.) Basta l' avere accennata una esimia Opera conducente all' uso di tre variabili.

CXXIV. Sieno incognite l' altezza viva u, la morta m, e la quantità dell' acqua q; siavi l' equazione $au + mu = bq$ (che, ponendosi nell' equazione molti membri composti d' incognite elevate a più alte dimensioni, la difficoltà si facesse maggiore, ella è cosa chiarissima da per se stessa) nella qual equazione le tre quantità u, m, q sono incognite, a, b cognite. In un piano qualunque si prenda una qualche linea come asse: a quest' asse vi s' applichino dell' altre linee rette, le quali s' intendano prodotte dall' altra parte indefinitamente, e si chiamino applicate all' asse: da ciaschedun punto di queste si alzino dell' altre linee perpendicolarmente (si potrebbono anche inclinare sotto varj angoli, purchè restassero parallele), le quali si chiamino applicate seconde. Che se fra ciascuna applicata all' asse, e le sue applicate seconde, e le date quantità cognite passi una tal proporzione, che tutte le seconde applicate vengano terminate

da una qualche curva, e tutte queste curve corrispondenti alle applicate all' asse compongano una superficie curva, si potrà avere un luogo alla superficie, nel quale l' ascissa dell' asse rappresenti un' incognita (per esempio m); e l' applicata all' asse compresa fra l' asse stesso, ed un punto, dal quale s' alza un' applicata seconda, rappresenti un' altra incognita (per esempio u), e finalmente l' applicata seconda rappresenti la terza incognita (per esempio q).

CXXV. Quando si farà cognita l' altezza morta m, cioè quando sarà stata tagliata l' ascissa dell' asse, allora l' applicata all' asse stesso conveniente ad essa ascissa, e le applicate seconde, corrispondenti all' applicate all' asse, potranno rappresentare tutte le altezze vive u (le quali saranno infinite in numero), e le quantità q convenienti alla data altezza morta m. Quando sarà cognita l' altezza viva u, cioè quando sarà data la conveniente applicata all' asse, si dovrà allora condurre una linea parallela all' asse per l' estremo punto di questa applicata all' asse; e però le applicate seconde, che nasceranno dalla stessa linea parallela, e le ascisse dell' asse corrispondenti potranno rappresentare tutte le quantità q (e queste pure saranno di numero infinite), e le altezze morte m, che possono convenire alla data altezza viva u. Finalmente quando sarà cognita la quantità dell' acqua q, cioè quando sarà data l' applicata seconda, allora si dovrà descrivere all' asse una curva la quale determini li punti dell' applicate all' asse, e da queste le applicate seconde elevate sieno tutte eguali a quella data; e però le applicate all' asse terminanti a quella curva, e le ascisse dell' asse corrispondenti a queste potranno rappresentare tutte le (infinite in numero) altezze vive u, e le morte m convenienti alla quantità data q.

CXXVI. Poste le suddette cose, se vi saranno tre incognite, niuna d' esse potrà conoscersi; ma potranno essere sodisfacenti infinite ascisse dell' asse, e le infinite volte infinite applicate all' asse, ed ancora le applicate seconde. Se vi saranno due incognite, si potranno infinite volte combinare con la terza cognita: cioè saremo in un infinito d' inferior genere. Ma se vi sarà una sola incognita (la quale non sarà d' infinite dimensioni) col mezzo delle cognite si vedrà ciò, che dovrà soddisfare. Conchiudiamo adunque così. Se nessuna di quelle cose, le quali sono necessarie come elementi, fosse cognita non l' altezza viva, non la morta, non la quantità dell' acqua fluente, in tal caso nessuna delle regole assegnate di sopra adoperar si potrebbe: se poi volessi dimostrare per qual ragione non si potrebbe farlo, io intraprenderei una specie di ridicola fatica. Ma se delle suddette cose una ne fosse cognita (per esempio l' altezza morta), infinite cose ancora sopravanzerebbero; infinite volte però infinite volte resterebbero escluse, e le già esposte regole potrebbero

riuscire di qualche non disprezzabile uso. Se due fossero le cose cognite (a cagion d' esempio) l' altezza viva, e la morta, si potrebbe utilmente, e comodamente cercare, con l' aiuto delle stesse assegnate regole, la quantità dell' acqua fluente con moto misto.

CXXVII. Nelle cose dette fin qui si contengono in certa maniera i principj della dottrina del moto misto; o almeno quelli, che parvero più utili, e più necessarj. Se questi poi vengano approvati dagli uomini dotti, si dovranno in oltre considerare que' fenomeni, i quali allora accadono, quando l' altezza viva, o la morta, o l' una, e l' altra variano ad ogni momento. Della mutazione di tutte e due le altezze si potrà prendere un saggio dall' acqua marina, ch' entra in un porto nel tempo del flusso marino. Da tal considerazione si rende facile il rilevare, che alcune proprietà più intime del moto misto non si possono se non con analitici calcoli investigare.

CXXVIII. Ho fatto più volte diligente osservazione sopra i moti d' alcune acque comunicanti con la Brenta, nelle foci di certi fiumi; e (ciò, che fa al nostro proposito) in alcuni siti del mare, vicino a' quali il mare stesso entra nelle Venete Lagune. E questo moto dell' acqua del mare l' ho osservato in tal maniera, che dopo ogni 10, ovvero 15, ovvero 16 minuti di tempo io andava misurando i nuovi incrementi, o sia le differenze d' altezza d' acqua. Ma feci riflesso, che i tempi possono essere rappresentati dall' asse di una qualche curva, e l' altezze dell' acqua dalle applicate al medesimo asse; ed indi dalle differenze delle differenze osservate compresi facilmente, che in sì fatta curva vi sarebbe un punto d' inflessione; e che questo punto sarebbe il più delle volte alquanto di qua dal punto medio di quella porzione dell' asse, che rappresenterebbe l' intiero tempo dell' affluenza. E conobbi pure che la prima parte della curva sarebbe convessa verso dell' asse, l' altra concava verso il medesimo. Le quali cose tutte sebbene si avrebbero potute ritrovare in altra maniera, non ostante, attesa la natura delle differenze fra le applicate, si sono quasi da se stesse rese manifeste.

CXXIX. Attese adunque le medesime differenze, ho cercata l' equazione ad una curva, dall' asse della quale venissero rappresentati i tempi, e dalle applicate l' altezze dell' acqua: ma parendomi poi, che riuscisse difficile nel maneggio della cosa l' uso della curva presa in considerazione la prima volta, mi avvidi, che giovato avrebbe il prendere un' altra curva, e questa Newtoniana, della famiglia delle parabole, più facile da maneggiarsi. Io confesso però, che gli Equinozj, i Solstizi, le Sizigie della Luna, ed altre sì fatte cose sono cause, per cui alle volte il mare più dell' ordinario suo si gonfia. Ma primieramente si possono adoperare varie altezze, e varj tempi, secondo la varietà delle osservazioni, che fatte si avranno:

oltre di che noi ora parliamo del calare, e crescere ordinario (o, per dir così, medio) del mare: finalmente dirò come di questo caso specialmente io penso, che non faccia poco quegli, che in tali cose difficili, e nuove, se alla verità non arriva perfettamente, però vi si accosti.

CXXX. Ma al mio primo proposito ritornando, dirò ciò, che feci per una osservazione, con la quale ben si accordavano alcune simili altre. Io però distintamente ho applicato a quella, in cui dopo ogni 16 minuti di tempo io aveva osservati gl' incrementi delle altezze dell' acqua (parlo delle altezze sopra di quella superficie, che acquistava l' acqua cominciando a gonfiarsi); però io aveva 24 membri di osservazione, o sia 24 parti uguali di tempo, ed aveva le altezze corrispondenti a ciaschedun tempo; e così ho conosciute, oltre l' altre, le seguenti cose; cioè, che dopo 2 parti di tempo l' altezza dell' acqua è stata di pollici 9 : 4; dopo 10 parti di tempo è stata di pollici 27 : 2 in circa; dopo 24 parti di tempo è stata di pollici 27. Ho preso dunque per asse la linea retta AB (*fig.* 7. *tav.* 1.) divisa in 24 parti, a due delle quali era = AC; a dieci era = AD, e dai punti C, D, B ho alzate le applicate CE, DF, BG, le quali avevano tra di loro la medesima proporzione, che hanno i numeri 9 : 4, 27 : 2, e 27; e (prendendo come asse AB) per li punti A, E, F, G ho disegnata la curva AEFG: indi ho supposto, che data la determinazione di x a qualunque ascissa, e di y a qualunque applicata, l' equazione ad una tal curva fosse $y = ax + bxx + cx^3$; e supposte AC = 1, AD = 5, AB = 12, CE = 1, DF = 6, BG = 12, ho ritrovata $a = 128 : 140$, $b = 13 : 140$; $c = -1 : 140$; ed in tal maniera si perfezionava l' equazione. Dipoi da altri punti, ne' quali terminavano alcune parti di tempo, come per esempio, da H, e I, presi nell' asse, io supponeva, che fossero tirate le applicate, e paragonava le loro espressioni co i numeri loro corrispondenti, li quali erano stati cavati dalle osservazioni. E perchè io vedeva, che quelli con questi convenivano prossimamente, io prendeva la curva supposta come propria, e vera (essa da qui avanti sarà da me chiamata curva dell' altezze dell' affluenza). Se accaderà, che nasca una qualche mutazione o di altezza, o di tempo, o dell' una, e dell' altro, in tali casi dovranno stabilirsi un nuovo asse, e nuove applicate; avendo però la dovuta attenzione a queste già stabilite.

CXXXI. Ma se poi dopo questa descrizione della curva delle altezze del flusso del mare, volessimo descrivere la curva della quantità dell' acqua, cioè la curva da adoperarsi allora quando bisognasse rappresentare le quantità dell' acqua, che entra per una qualche apertura de' lidi (queste aperture de' lidi sono le bocche de' porti) nelle lagune per l' accrescimento di quell' altezza viva del mare, della

quale abbiamo parlato di sopra (*CXXVII. CXXX.*); se dissi, si dovesse descrivere una tal curva; io giudicherei ben necessario, che le intiere quantità dell'acqua fluenti per tutta la perpendicolare, venissero rappresentate dalle applicate all'asse della curva, non dall'area della medesima, come abbiamo veduto (*XXXIII.*) che alle volte si fa. E perchè questo s' intenda anche meglio, prima di entrare nella nostra più difficile materia osserviamo un facile esempio. Siavi la perpendicolare KA (*fig.* 8. *tav.* 1.) per la quale vi scorra l'acqua con moto semplice, e di quest'acqua viva non sia l'altezza costante, ma in qualunque minimo tempo acquisti essa acqua un qualche minimo nuovo accrescimento di altezza, come AL, LM; e così andando innanzi. Dall'infimo punto A della linea KA si tiri la linea AB, la quale con la KA comprenda un angolo retto. Se adunque si accresceranno l'altezze, sicchè prese dal principio sieno sempre in ragion sudduplicata dei tempi, ne' quali si sieno accresciute, dal vertice A ad AB, come asse, si descriva la parabola AFG (ed il parametro, conveniente ad essa, si chiami e), supponendosi, che vengano i tempi rappresentati dalle ascisse AD, AB, e da altre ancora; e le altezze poi AN, AO, che avrà acquistate l'acqua ne' medesimi tempi sieno espresse dalle corrispondenti applicate DF, BG, ed altre. La AD (qualunque ascissa siasi) si chiami x; e sarà la sua corrispondente applicata $DF = (ex)^{1:2}$. Per tanto se si cercherà la quantità dell'acqua, che nel minimo tempo $DP = dx$ fluisce per $AN = DF$; si troverà senza dubbio (*XXXIV.*) che tal quantità debbe essere il prodotto nascente dalla moltiplicazione del tempo in due terze parti dell'altezza, le quali due terze parti moltiplicate sieno nella radice dell'altezza moltiplicata per il parametro del moto semplice; cioè che questa quantità, che scorre per l'altezza $AM = DF$, nel minimo tempo DP, sarà $2(ex)^{1:2}.(eppx)^{1:4}.dx:3$.

CXXXII. Ora cerchiamo una curva, nella quale le ascisse AD rappresentino i tempi, non altrimenti che prima; ma le applicate DI (le quali si chiamino y) moltiplicate per una costante (la quale si chiami ee), rappresentino le quantità dell'acqua, che è corsa in tutto il tempo AD, secondo tutte le varie altezze acquistate dall'acqua che corse per KA. Una tal curva descritta dal medesimo vertice A al medesimo asse AB, sia la curva AQV; e dal punto P dell'asse AB sia eretta un'altra applicata PQ alla prima DF infinitamente prossima, e condotta IT parallela ad AB, sarà $QT = dy$, che è la differenza delle applicate; e sarà la differenza $eedy =$ alla differenza tra la quantità dell'acqua fluente nel tempo AD, e la quantità fluente nel tempo AP: ma la differenza tra esse quantità è quella, che nel minimo tempo DP scorre per l'altezza $AN = DF$, cioè la quantità (*CXXXI.*) $= 2(ex)^{1:2}.(eppx)^{1:4}.dx:3$: è adunque

$eedy = 2(ex)^{1:2}.(eppx)^{1:4}dx : 3$; ed integrando, $eey = 8(e^3ppx^7)^{1:4} : 21$; che è l' equazione per la curva ricercata.

CXXXIII. Stabilite queste cose torniamo adesso a parlare di nuovo della curva della quantità dell' acqua, accennata di sopra (*CXXXI.*) Sia la perpendicolare del moto misto KZ (*fig.* 9. *tav.* 1.) presa come nell' apertura de' lidi delle lagune, nella maniera di sopra (*CXXXI.*) espressa; e l'acqua entri nelle lagune per essa perpendicolare nel tempo del noto flusso (cioè dell' escrescenza del mare influente nella laguna): e sia sul principio del flusso l' altezza morta (la quale si chiami m) AZ; e questa di tale grandezza, che quando l' acqua affluente abbia acquistata la massima altezza viva, che ella può acquistare, la medesima altezza viva considerare si possa come piccola in confronto dell' altezza morta. Ora, stante le suddette cose, sarebbe una intollerabile fatica il ritrovare sempre proprissimamente i parametri moltiplici delle parabole di moto misto; e per tanto si potrà rintracciare il parametro di una sola parabola, la quale si dovrà sempre adoperare col metodo proprio, ed insegnato di sopra (*CXI.*) in queste circostanze; ed un tale parametro si chiamerà n.

CXXXIV. Di più facendo la quantità dell' acqua influente nel porto un qualche equilibrio con l' acqua accresciuta fuori del porto, egli è di necessità, che si diminuisca l'altezza viva per l' acqua, che con il flusso si aggiunse all' acqua delle lagune; e però (per avere una porzione di altezza da sottrarsi dall' altezza viva, e da aggiungersi alla morta, la qual porzione sia conveniente allo stesso tempo del flusso) la quantità di acqua entrata nelle lagune si divida per il rettangolo formato da due costanti; avendosi però riguardo allo spazio, che occuperebbe l' acqua diffusa il più che fosse possibile, ed anche alla larghezza dell' apertura de' lidi. La frazione, che da tal divisione nascerà, indicherà la ricercata porzione di altezza da aggiugnersi all' altezza morta. Se la quantità si chiami aly, il divisore ae sarà la porzione ricercata $aly : ae = ly : e$. E sebbene l' acqua non si diffonde immediatamente per tutto lo spazio, che occuperebbe, quando subito si appianasse sotto una stessa superficie di acqua morta; non ostante, atteso l' accennato equilibrio, sia lecito di supporre ciò, che di fatto supposto abbiamo.

CXXXV. Si conduca dal punto A la linea AB, che con la linea KA comprenda un angolo retto, e si descriva la curva AFG delle altezze del flusso, come di sopra (*CXXX.*) si fece. Le ascisse, quale è la AD, si chiamino (come prima) x, e le applicate, quale è la DF, si chiamino (parimenti come prima) y; la quale y si potrà dar sempre per x; e per le quantità costanti; siccome dalla prima (*CXXX.*) equazione apparisce. Dal medesimo vertice A al medesimo asse AB s' intenda descritta un' altra curva AQV (e questa dovrà chiamarsi

curva della quantità), posta la quale, le ascisse, come AD, rappresentino i tempi non altrimenti che prima. Le applicate poi, come DI (e si nomineranno z), moltiplicate per una costante (che si chiami al) rappresentino la quantità dell' acqua (e questa quantità sarà alz), la quale in tutto il tempo AD entrata sia nelle lagune, secondo tutte le varie altezze miste dalla medesima acquistate in tutto il tempo del flusso per NZ.

CXXXVI. Per ritrovare un' equazione atta ad esprimere la natura di questa curva della quantità dell' acqua, conviene assegnar prima le altezze viva, e morta, che ponno esser acquistate dall' acqua nella perpendicolare KZ in qualunque momento di un tempo dato. Il tempo sia AD, e si cerchi al punto D la determinazione delle altezze viva e morta, le quali sono $=$ DX $+$ DF $=$ NZ. Egli è, stante le cose già dette, manifesto, che se dall' acqua fluente nelle lagune non venisse accresciuta l' altezza morta, sarebbe l' altezza viva AN $=$ DF, e sarebbe l' altezza morta AZ $=$ DX: ma la quantità dell' acqua cresciuta nelle lagune forma un qualche equilibrio con l' acqua del mare accresciuta: dunque la viva altezza si diminuisce e si accresce all' incontro l' altezza morta. Ed essendo (*CXXXV.*) alz la quantità dell' acqua entrata in tutto il tempo AD (attese quelle cose, cui (*CXXXIII. CXXXIV.*) conviene aver diligentemente riguardo) si stabilisca il denominatore della frazione, il quale sia ae, e con esso dividendosi la quantità alz, si prenda il quoziente per ciò appunto, che si dee tanto levare dall' altezza viva, quanto aggiugnere alla morta, per la ragione anche di sopra (*CXXXIV.*) accennata; e però questa parte da aggiugnersi, e da levarsi sarà $alz:ae = lz:e$; ed essendo DF, y; DX, m saranno al punto D l' altezza viva $= y - lz:e$; e l' altezza morta $= m + lz:e$.

CXXXVII. Si prenda adesso il tempo DP $= dx$ infinitamente piccolo, e dal punto P si alzi l' applicata PQ nella curva AQV, la quale sarà infinitamente prossima all' altra applicata DI. Per cagione poi delle altezze DF, DX, l' acqua che entra nelle lagune nell' indicato minimo tempo dx, sarà il (*LXXXVII.*) prodotto del tempo stesso dx, moltiplicato per la radice dell' assegnata (*CXXXVI.*) altezza viva moltiplicata nello stabilito parametro (*CXXXIII.*) del moto misto $(ny - nlz:e)^{1:2}$ moltiplicato in due terzi dell' altezza viva, più l' altezza morta $(y - lz:e) . 2:3 + m + lz:e$; sichè la quantità dell' acqua influente nelle lagune nel minimo tempo DP, supponendo $nl:e = c$, sarà $dx(ny - cz)^{1:2} . (2y:3 + lz:3e + m)$.

CXXXVIII. Ma nella curva AQV l' applicata PQ, moltiplicata per al, rappresenta la quantità dell' acqua entrata nelle lagune in tutto il tempo AD, più DP: dunque la QT (che è l' eccesso, con cui PQ supera DI; vale a dire è la differenza delle applicate (moltiplicata

per al sarà uguale alla quantità dell'acqua entrata nelle lagune, dentro il termine del minimo tempo DP. Ma la differenza delle applicate moltiplicate per al ella è $aldz$ (imperocchè ogni applicata è z), e la quantità dell'acqua venuta nel piccolo tempo DP è (CXXXVII.) $dx(ny - cz)^{1:2}.(2y:3 + lz:3e + m)$: abbiamo adunque l'equazione differenziale $aldx = dx(ny - cz)^{1:2}.2y:3 + lz:3e + m)$, la quale serve per la curva proposta AQV.

CXXXIX. Se in questa equazione si ponga $(ny - cz)^{1:2} = u$, si avrà $z = ny:c - uu:c$, e $dz = ndy:c = 2udu:c$. Perchè poi la y si può sempre dare (CXXXV.) per la x, e per li coefficienti; la differenza $ndy:c$ si potrà mutare in quest'altra differenza $rdx:f$; nella quale vi sia la r sempre data per la x, e per li coefficienti, e la f cognita: e però sarà $dx = rdx:f - 2udu:c$. Nell'equazione $aldz = dx(ny - cz)^{1:2}.(2y:3 + lz:3e + m)$ in luogo delle quantità dz, $(ny - cz)^{1:2}$, z, si sostituiscano le quantità ora trovate, e si ponga $2:3 + ln:3ce = b:c$; onde si avrà l'equazione $alrdx:f - 2aludu:c = byudx:c - lu^3dx:3ce + mudx$; la quale si può mutare in questa $f^2yudx - gu^3dx + h^3udx = i^3rdx - lc^3udu$; benchè, se io non lo indichi, si scorge, che le cognite sono f, g, h, i, k; le incognite poi u, x, r, y; l'ultime però r, y vengono date (CXXXV. CXXXIX.) per la x, e per le costanti. Gioverebbe forse il fare altre mutazioni; come, per esempio, nei casi particolari sostituirvi i numeri in vece delle cognite, dividere tutti i termini per u, ed altre di simil sorta.

CXL. Dopo averne però tentate molte, che mi vennero in mente, questa equazione mi parve sempre essere del numero di quelle (molte altre ne sono state incontrate da uomini dotti) le quali integrar non si possono; o se pur si potessero, non è ancora stato scoperto il metodo necessario per ridurre la proposta equazione ad una integrazione perfetta. Il dottissimo sig. Gabriello Manfredi, che è sì benemerito della più sublime geometria, nel *Giornale de' letterati d'Italia, Tomo XVIII. Articolo X.* ha dato un eccellente Schediasma geometrico per la costruzione di una gran parte dell'equazioni differenziali del primo grado. Altri uomini di somma dottrina instrutti, dopo il tempo in cui pubblicai quest'opuscolo, diedero nuovi industriosissimi metodi, inservienti alle integrazioni: ma, per quanto è venuto a mia cognizione, non ve n'è tra tanti uno, che adattare si possa alla proposta equazione. Laddove ho pensato, che convenga rivolgere l'industria, ed il pensiere o al ridurre l'espressione a tre incognite con il metodo del celebratissimo sig. Giovanni Bernoulli già (CXXIII.) citato, o ad un artificioso uso, di convertire li termini in serie infinite, o ad una costruzione affatto meccanica, o a qualche altra maniera. Non v'ha alcun dubbio però, che dalla proposta

costituzione delle cose non si possa eccitare una qualche idea della natura di sì fatte quantità, e de' loro incrementi: e ben pare, che anzi dalle cose dette fin qui sia indicato il modo per ricavarne moltè altre ben utili; mentre per altro si resterebbe veramente in una massima oscurità di questa tale materia. Ora poi con questa occasione parlare potrei di molte altre cose; ma essser non voglio soverchiamente lungo. Sicchè per potere (secondo l' ordine prefissomi) passare all' altre cose proposte, porrè fine al presente libro.

FINE DEL PRIMO LIBRO.

DEL
MOTO MISTO DELL' ACQUA

LIBRO SECONDO.

CXLI. Avendo meco stesso divisato d'illustrare la dottrina del moto misto con un qualche nobile esempio, senza punto esitare, rivolsi l' animo, ed il pensiere alle Venete lagune; conciossiachè chiaro mi pareva, che lo volesse non solo quel vantaggio, il quale risulta per l' intento mio dalle osservazioni, che in esse ho fatte; ma che di più il dovere verso la Patria lo esigesse. In grazia del quale dovere nessun si stupisca, se io abbia preso a trattare di una cosa fin' ora quasi intatta. Nè punto già può nuocere alla dottrina, che illustrar si deve con l'esempio, se per accidente, vi si frammettano alcune cose spettanti o alle opere degli uomini, o ad altre tali cose, le quali però non possano punto recare di oscurità: e però le cose tutte, le quali io sarò per iscrivere delle lagune, le riferirò a tre capi: l' uno dei quali apparterrà agli uomini; l'altro al mare; ed il terzo ai fiumi; e nell' esporre ciaschedun capo dirò ciò, che io sento; primieramente intorno ai danni; in secondo luogo intorno al rimuovere, e al riparare gli stessi danni; finalmente intorno ai vantaggi, che sembrasserò da procurarsi.

CXLII. Se li danni, che si dicono venire recati dagli uomini alle Venete lagune, io volessi noverarli in quella maniera, con cui lo fecero alcuni Scrittori, che delle medesime lagune trattarono, converrebbemi istituire un' enumerazione troppo spiacevole. Ella era cosa veramente troppo comoda a quegli antichi, che una volta scrissero di questa materia, lo svagare dalla proposta quistione, e il rivolgere il discorso a rimproverare agli uomini alcuni loro fatti, riuscendo molto più facile, che l' investigare la vera natura de' moti dell' acqua.

CXLIII. Sonovi però alcune operazioni degli uomini, che non posso non riferire; e però conviene (fra gli altri) far menzione di quelli, cui piacquè, che ne' luoghi montani si arasse la terra, e si spianassero i boschi: conciossiachè l' acque piovane radendo con forza, e spezzando (per dir così) li campi arati non una sola volta, ma due, e più, facilmente ne avviene, che levino dalla terra già sollevata, e

8

sminuzzata molte particelle di essa: e ciò più agevolmente, quando che l'acque piovane non vengono ritardate, come prima, dai cespugli, e dagli alberi de' boschi: e però scorrendo le medesime acque sopra i luoghi montuosi con più veloce moto (*XXII.*) divengono più possenti per strascinarsi dietro le particelle terrestri, e per trattenerle con più facilità, ed indi seco recarle ne' fiumi (*XXI.*). E così poi quando i fiumi stessi portano l'acque loro o nelle lagune, o nel mare, o nelle imboccature delle lagune, perchè si sminuisce in que' luoghi il moto, e l'agitazione dell'acque, discendono (*XXII.*) le particelle terrestri o nel fondo delle lagune, se i fiumi entrino in esse, o si posano in fondo del mare, se nel mare sbocchino i fiumi, per esser poi in non piccola parte trasportate nelle lagune, quando lo stesso mare resti agitato dalle tempeste.

CXLIV. A quegli uomini ancora convien riflettere, che circondano con una specie di siepi alcune piscine (dette volgarmente *Valli*), cioè a dire cingono dentro ai confini delle lagune, come tanti laghi falsi; e fanno ciò con tessute canne (dette volgarmente *Grisole*), e con giunchi in guisa tale, che i pesci non possano scappare dall'acque di dette piscine: di più sogliono questi tali munire alcuni luoghi con zolle, e cespi tolti dalla terra ferma; e però, a cagione di quelle siepi, intorno alle piscine si sminuisce, e ritarda nelle lagune, il moto dell'acque; il qual ritardo danno poi reca alle lagune. E di più i giunchi, le canne, i cespi o marciti, o svelti dall'acqua, e trasportati in que' luoghi, dove minimo è il moto, acquistano la natura di terra, ed ivi accrescono il fondo delle lagune. Succede lo stesso eziandio per la terra delle zolle, la quale (come abbiamo (*XX.*) detto) più facilmente resta corrosa dall'acqua salsa; e indi le particelle corrose, strascinate dall'acqua, che oltrepassa, quando vengono colà portate, dove l'acqua si muove più lentamente cadendo al fondo, inferiscono anch'esse la loro parte di danno alle lagune.

CXLV. In oltre egli è da se chiaro abbastanza, che ponno recare pur detrimento alle lagune tutti quelli, che con ruote di mulini, o in qualunque altra maniera ritardassero il moto dell'acqua, e facessero in guisa, che l'acqua ritardata (*XXII.*) divenisse meno atta a sollevare il torbido, e ad asportarlo. Si aggiungano quelli ancora, per cagione de' quali trasportate nelle stesse lagune venissero cose straniere; come sono le siepi degli orti alle lagune confinanti, come il letame gettato da' luoghi aridi, come i fascetti di virgulti, come altre simili cose il getto delle quali giova a varj usi de' pescatori, e come finalmente sono tutte quelle materie, che possono accrescere nel fondo delle lagune la massa della terra.

CXLVI. Per impedire adunque sì fatti danni, rispetto alle cose portate alle parti superiori de' fiumi, si presentano quasi da per se due

rimedj. Consiste il primo nel rimettere (per quanto mai si possa) nella loro forma primiera quelle parti de' paesi, per cui passano i fiumi, acciocchè l'acque in passando non più divengano tanto torbide. L'altro poi sta nella diversione, e nella rimozione de' fiumi, sicchè le loro torbide acque entrar non possano nelle lagune. Ma il ripiego primo, se tutte le circostanze si esaminino, sembrar già non può molto utile, perchè di sua natura non sembra molto giovevole ciò, che a cagionare scarsezza di biade influisce; oltre di che non vi vorrebbe così poco tempo, perchè gli arati campi si tramutassero di nuovo in sodi prati, e perchè di nuovo crescessero ne' boschi e alberi, e piante. Ma il secondo certamente, a paragone del primo, ha un'aria più vantaggiosa; ed è chiaro il modo di divertire dalle lagune l'acqua de' fiumi, la quale per altro entrando in esse, e facendo non più con moto semplice, ma con moto misto una lunga strada prima di giugnere al mare, perde molto della propria forza, e della propria velocità. Anzi molti de' fiumi divertiti dalle lagune entrano in mare in que' siti, da' quali difficilmente ponno essere introdotte nelle lagune per le aperture de' lidi le torbide dell'acque. (Egli è abbastanza manifesto, che sotto i nomi di aperture de' lidi, o d'imboccature de' lidi, s' intendono que' luoghi aperti, pe' quali l'acqua del mare può aver comunicazione con l'acqua de' porti, o delle lagune, e i quali servono per l'ingresso, e per l'uscita de' Naviglj, e volgarmente si chiamano le *Bocche de' porti*). Ma passando ora alla considerazione dello stato presente de' fiumi, tanti ne sono stati già divertiti, che reca maraviglia, che anche negli ultimi tempi abbia Carlo Antonio Bertelli (per tacere degli altri) scritto, che vengono recati alle lagune massimi danni dagli arati campi, e dai boschi spianati. E a disegno ho detto alle lagune; imperocchè de' pregiudizj, che possono accadere agli alvei de' fiumi, non ne parlerò molto a lungo: se gli alvei patiscono, nè vi sia verun modo per giovar loro con quelle arti con le quali la velocità dell'acqua si accresce, conviene assolutamente non perdere di vista il rimedio primo.

CXLVII. Non credo poi potervi essere alcuno, cui piaccia stabilire, che si debbano levare affatto le valli, li di cui assiepamenti non ritardano veramente tanto il moto dell'acqua, quanto alcuni credettero. E ciò si potrà conoscere più facilmente, se si rifletterà, che il più delle volte sotto all'acqua viva all'intorno delle valli poca altezza d'acqua morta si trova; e che perciò il moto misto dell'acqua ha una velocità (*CIII.*) maggiore di quella, che avrebbe, se sotto a quella medesima acqua viva vi fosse una più alta acqua morta: d'onde anche ne nasce, che il moto dell'acqua resti meno ritardato dagl' impedimenti. Neppure negar si può, che le valli più vicine alla terra ferma sieno un non inutile impedimento, perchè le acque

torbide non corrono liberamente dai confini della terra ferma alle parti delle lagune più vicine al mare. Quella materia però, che l'acqua corrode, ed asporta dagli assiepamenti, e dai ripari delle valli, potendo essa produrre coll' andar del tempo non piccioli danni, crederei, che si dovesse procurare, che fossero fatte opere solide, le quali non potessero così di leggieri esser rotte, ed espugnate dalla forza dell'acqua: come (a cagion d'esempio) in vece di zolle, sostituendovi legni, e pietre; come stabilmente piantandovi pali; nè sarebbe già un inutile provvedimento, se quanto di materia in ciascun anno nelle valli si trasporta, altrettanto di limo (e ciò far si potrebbe senza gran fatica) si scavasse in ciaschedun anno dai luoghi vicini. Imperocchè, sebbene così facendo non toglierà quel medesimo lezzo provenuto dagli assiepamenti delle valli, e portato nelle lagune; pure si otterrà una non dispregevole compensazione.

CXLVIII. E questo sia detto intorno ai danni, che si dicono causati dagli uomini, ed intorno ai rimedj per rimuovere i danni medesimi. Ora vediamo come per lo contrario l' opera degli uomini possa esser giovevole alle lagune. Ma tra tutti quelli, che promuovono il vantaggio delle stesse, il primo sublime luogo giustamente attribuire si deve agli amplissimi, e sapientissimi Nobili Signori, che nel grave Magistrato, cui è commessa delle stesse la cura, presiedono. Dalla prudenza, e vigilanza de' quali non solamente furono in ogni tempo, e tuttavia sono comandati gli opportuni rimedj; ma eziandio vengono recati vantaggi notabili alle stesse lagune, onde a quella città nobilissima, e felicissima una egregia fortificazione si conservi, sicchè in essa sia sempre una sicurissima sede, ed il domicilio per la gloria, e per la libertà, e per la religione sagrosanta.

CXLIX. In oltre poi non poco si deve a quelli, che investigarono, ed illustrarono la natura, ed i moti dell' acque con le osservazioni, con l'esperienze, con le scoperte, e con gli scritti: conciossiachè egli è del pari manifesto, che molte cose vantaggiose si debbono all' industria degli uomini periti in sì fatte cose.

CL. E per quello che s' appartiene agli uomini mercenarj, l' opere, e le fatiche de' quali si comprano, pare a prima vista, che con nessun altro lavoro possano essi recare maggior vantaggio, che con gli scavamenti: e vi fu chi credè, niente potersi fare di utile più, che il radunare molti uomini, li quali con badili, e con altri simili strumenti scavassero il fondo delle lagune; ed il Bertelli in particolare si affaticò nel consigliare, che ciaschedun anno si scavi una non piccola parte delle lagune. Che egli però non abbia ben avvertita, e ponderata questa cosa, si conosce dall' essersi egli non solo mostrato sollecito intorno allo scavare i luoghi limosi (sebbene questo è il capo principale) ma dall' avere ancora troppo ragionato de' luoghi, ove

riporre si dovesse il limio scavato. Se però si facciano più diligenti riflessi su tale progetto, si conoscerà poter bensì le opere degli uomini essere utili per li piccioli scavamenti, ma tali non poter poi riuscire nei maggiori; per eseguire li quali, radunandosi molti uomini, come far si dovrebbe, s' incontrerebbero ancora quegli incomodi, che vengono d' ordinario dalla moltitudine recati. Le opere di questi in tanti giorni festivi, in tanti tempi piovosi, in tante ore della maggior altezza del flusso dell' acqua sarebbero inutili; e gli stessi uomini non potrebbero certamente resistere alla fatica dell' opera incominciata, sì perchè non senza troppo stento potrebbero reggersi in que' luoghi limosi, sì perchè verrebbero offesi dall' aria nociva, che respirerebbero, sì perchè sarebbero soggetti ad altri disagi.

CLI. E però le operazioni più utili degli uomini paiono esser quelle, che nel promuovere l' uso delle macchine sono impiegate. Ma a questo proposito bisogna osservare, che vi sono alcuni, anche fra gli uomini non indotti, presso li quali tanto vale l' opinione pregiudicata intorno agli accrescimenti delle forze per mezzo delle macchine, che pensano, potersi con l' uso di esse da un uomo solo fare lo stesso, che si farebbe da molti, senza di esse, nel medesimo spazio di tempo: e non riflettono, che le forze si accrescono in ragione reciproca degl' impiegati tempi. Può bensì un uomo solo con l' aiuto, a cagion d' esempio, di molti argani alzare quel tal peso, per alzare il quale, senza di essi argani, v' abbisognerebbono ben dieci uomini; ma l' operazione che farebbero questi in un' ora, quello non potrebbe consumarle se non in dieci. Laddove per ciò, che s' appartiene all' operazioni degl' uomini, egli è lo stesso, che o un uomo solo operi in dieci ore, o dieci uomini in un' ora sola, nè l' aiuto delle macchine vale a produr tale effetto, che la cosa a termine con numero minore di opere possa condursi.

CLII. Ma benchè tutto questo verissimo sia, non resta però, che le macchine non possano recare e molti, e grandi vantaggi: conciossiachè col loro aiuto meglio si applicano le forze alle operazioni; e ciò è noto per sino a que' servi, li quali nel cavare l' acqua dai pozzi, se tirino la corda accomodata sopra un' alta girella, dirigendo il moto dall' insù all' ingiù, adattano le loro forze per tirare li pesanti vasi pieni d' acqua più facilmente, che non farebbero, se tirando la corda senza girella, dirigessero il moto dall' ingiù all' insù. Dall' aiuto delle macchine ne viene eziandio, che si possono addossare ai cavalli, ai buoi, e ad altre bestie quelle fatiche, alle quali per altro dovrebbero soccombere gli uomini; la qual cosa si può in molte macchine osservare, quando poste in moto dagli animali privi di ragione, stante la figura, e la posizione delle parti, di cui sono esse composte, fanno ciò, che non potrebbe farsi certamente dagli uomini

in più propria maniera. Oltre di che con l' aiuto delle macchine si ottengono alle volte quegli effetti, che o non potrebbero prestare gli uomini da per loro, se non troppo difficilmente, o non potrebbero in verun modo: le bestie poi in nessuna maniera affatto. E ciò specialmente perchè alcune parti delle macchine introdurre si ponno in certi siti inaccessibili tanto agli uomini quanto agli animali.

CLIII. Dalle suddette cose scoprire si possono le cagioni, per cui si debbono considerare come vantaggiose alle lagune quelle macchine, con le quali si scavano li fondi de' canali: conciossiachè con il mezzo di esse si ottiene in varj casi, che le bestie facciano quella fatica, cui per altro dovrebbono soccombere gli uomini; ed ancora perchè, ciò è il pirincipale vantaggio, con l' aiuto di certe lunghe parti delle medesime si ponno scavare què fondi sotto all' acque, per lavorare ne' quali vi vorrebbero per altro fatiche (quando anche bastassero) grandissime degli uomini; e tutte poi le fatiche delle bestie sarebbero insufficienti. Questi tali vantaggi però da alcuni si stimano poco, imperocchè gli alvei dei canali delle lagune non in ogni luogo (con le macchine, che sono in uso, e che volgarmente si chiamano *cavafanghi*) si scavano ugualmente, ma in molti siti degli alvei si formano come alcune buche, o fosse; imperocchè un badile, che è una lunga parte di essi *cavafanghi*, di mole grandissima piantato perpendicolarmente nel fango scava tanto di esso fango, di quanto ne è capace la di lui grandezza; onde ne nasce per necessità, che si formino le predette buche, e perciò dicono che si getta l' opera; imperocchè tali buche nelle quali l' acqua quasi vi stagna, ponno di nuovo facilissimamente con lo sdrucciolamento, e con il sedimento de' molli fanghi riempiersi. Suggeriscono poi alcuni la costruzione di un' altra macchina, la quale in certo modo radesse il fondo, e così scavasse equabilmente, e questa non v' ha dubbio, utile sarebbe. Ma per radere, ed escavare il fango con un'azione obliqua vi ci vorrebbe tanta forza per far agire con varj moti in un tempo stesso li molti badili, o conche di ferro necessarie a quest' opera, che pare ben doversi computare esattissimamente la quantità di una tanta forza, prima che dir cosa veruna intorno all' eccellenza della macchina stessa. Frattanto io resto nella persuasione, che le macchine ora adoperate sieno utili assai: e sebbene dove si scava rimangono varie buche, pure egli è credibile, che per la mollezza dei fanghi le picciole sponde delle buche, o fosse, scorrendo quasi al fondo di esse, facciano sì, che varie si uniscano, ed in tal caso non ostante che si perda non poco della profondità di esse, pure resta più equabile lo scavamento: e però si provvede alla navigazione, per comodo della quale vien necessariamente comandata l'esecuzione in molti luoghi di simili cavamenti. Le parti poi più crasse dell' acqua torbida, sebbene

non si trovino buche, o fosse, verranno nondimeno deposte in alcuni luoghi, ne' quali parimenti l'acqua rimanga quasi stagnante; ma dalle parti più tenui saranno e buche, e fosse, non tanto profonde, sorpassate insieme con l'acqua intorbidata delle stesse parti. Prima di finire, rifletterò ancora, che possono essere utili alcune picciole macchine atte a sbarbicar l'erbe dal fondo delle lagune, e ad avviarle verso altrove, dalle quali qualche volta in certi luoghi, e con moti di acqua idonei venissero eziandio lacerate alcune parti delle lagune talmente, che la forza dell' acqua potesse dappoi corrodere più facilmente le particelle della terra commosse. Ma in sì fatte cose convien por mente con diligenza alla forza de' moti delle acque; e gioverà l'osservare, se le acque fluiscano con moto semplice, o con moto misto; certo essendo, che le operazioni accomodar si debbono alla natura de' moti delle acque. Credo bensì però, che impiegare si debba uno studio diligente, ed attento per aggiungere qualche miglior comodo, se si possa, alle macchine che abbiamo: e se non si possa, non ostante si debba seguitare ad adoperarle: mentre è al certo da considerarsi per ben fatto tutto ciò, che si fa per iscavare il fango dalle lagune; quando rispetto all' utilità, eccedentissime non fossero le spese, e le fatiche.

CLIV. E questo basti intorno agli uomini. Diciamo adesso del mare, siccome l'ordine da noi stabilito al principio ricerca. La maggior parte di quelli, che debbono parlar de' danni recati dal mare (come anche quelli, che parlar debbono de' danni inferiti da' fiumi) pongono come un certo principio, che il fango delle lagune venga accresciuto dalle terree parti, che trasportate sono in esse lagune dalle acque del mare, o dalle acque de' fiumi: e mettono un tale principio, perchè pensano non potersi una mole di terra accrescere se non con l'aggiunta di terra estranea. Mi sia però lecito di considerare, se possa mai crescere una mole di terra senza altra terra d'altronde levata, ed aggiuntavi.

CLV. Non v'è forse alcuno, il quale non abbia una qualche volta veduto certe non piccole piante crescere, ed alimentarsi frammezzo ai marmi stessi de' monti, e delle fabbriche antiche, le quali piante certamente non ponno ricevere il convenevole alimento da quel poco, o niente di terra, che sta nel mezzo a que' marmi; e però convien dire, che dall' aria, e dall' acqua piovana provengano le parti, di cui le stesse piante si formano i loro duri corpi: ho detto duri, poichè coll' andare del tempo hanno anche forza di fendere i sodi marmi, e le consistenti muraglie, per aprirsi la strada, e trovar sito, dove estendere il loro piede, e le loro radici. Ma possono far più chiara la cosa quelle piante ben grandi, che vengono alle volte nutrite ne' vasi contenenti pochissima terra. Non dirò quì dell' Aloè

Americana, che fu veduta alcune volte produrre i suoi spessi rami, e i molti suoi fiori, ed estendersi dal piede alla cima sino a tredici cubiti di altezza in un picciol vaso, e nel breve spazio di cinque mesi; nè però fu punto veduta la terra scemarsi. Ma soggiugnerò ciò, che fu già provato da uomini dottissimi, cioè un esperimento preso dal libretto di Giambatista Elmonzio, che porta questo titolo: *Complexionum, atque mixtionum elementarium figmentum*. Riferiremo però le parole (tradotte in Italiano) dello stesso Elmonzio: *Ho preso*, dic' egli, *un vaso di terra, nel quale riposi dugento libbre di terra seccata in forno, e questa l' ho bagnata con l' acqua piovana, ed in essa ho piantato un tronco di salice del peso di 5 libbre, e tre once in circa, e finalmente in capo à 5 anni l' arbore cresciuto da quel tronco pesava 169 libbre, e once tre in circa. Il vaso di terra poi fu sempre bagnato (quando v' era il bisogno) di sola acqua piovana, o distillata. Egli era ampio, e fisso in terra; ed acciocchè la polvere volatile non si mescolasse con la terra, il labbro del vaso era guardato da una lamina di ferro, coperta di stagno, e pertugiata da molti fori. Non ho computato il peso delle foglie cadute in quattro Autunni. Finalmente ho seccata di nuovo la terra del vaso, e si sono trovate le medesime dugento libbre meno due once in circa. Dunque 164 libbre di legno, di cortecce, e di radici dalla sola acqua provennero*. Non è adunque da maravigliarsi, che l' acqua si converta in nutrimento dell' erbe (come apparisce manifestamente anche nell' erbe, che vivono, e crescono sopra dell' acqua) se l' acqua stessa può covertirsi in duri corpi, come adesso veduto abbiamo: anzi può convertirsi in corpi durissimi, come nelle durissime scorze dell' Ostriche, poichè l' Ostriche (come riflette il celebre Borelli) stando attaccate ai duri scogli, lontane dall' erbe, e dall' arena, nè cosa alcuna dagli stessi scogli rodendo, felicemente però si nodriscono. Che più? Se le piante ricevono anche qualche cosa dall' aria stessa, nè può più esservi dubbio alcuno, che i corpi duri possano crescere con lo succhiare alcune particelle volanti per l' aria; essendovi certi corpi duri li quali delle perdute parti si risarciscono con altre, che assorbono dall' aria. E sebbene può forse (per lo contrario) darsi la trasmutazione delle parti terrestri in acquee, la qual cosa veniva acremente difesa da quel Balbo Stoico appresso Cicerone (nel Libro II. *De Natura Deorum*): *Che l' acqua nasce dalla terra, e così all' opposto*: pure dalle cose suddette si conchiude evidentemente, che senza fango, e senza terra, che sieno visibili, possono nodrirsi, e crescere alcune erbe, le quali finalmente in fango convertite, aumentano in qualche parte il fondo delle lagune; tuttochè non venga nelle stesse lagune portata nè dal mare, nè dai fiumi terra straniera.

CLVI. Per altro io non ragionerò qui dell' opinione di quelli, che sostentano andarsi facendo la superficie del mare con l' andare degli anni sempre più alta, e non poco, e passerò sotto silenzio anche varie altre opinioni, niente più certe di questa. Basta il fin qui detto a far conoscere, primieramente che i corpi fluidi con mirabile artifizio della natura si possono convertire in duri corpi; indi che può forse accadere alcuna volta l' opposto; e finalmente che si dee tener per certo, che le osservazioni fisiche giovano non mediocremente per iscoprire quale sia la natura delle lagune.

CLVII. E quando s' intendono bene le suddette cose, più facilmente s' intenderanno le proprietà de' danni, che dal mare, e dai fiumi vengono recati. Conciossiachè egli è trito il dirsi per esperienza, che dall' arena de' fiumi, e dal limo salso venga formata una spezie di terra più dura, ovvero che da questi due corpi si componga una spezie (per così dire) di calcinaccio, il quale debbe essere alle lagune di nocumento: imperocchè, siccome il moto dell' acqua non può più rodere le particelle del fondo più duro, così non può nemmeno scavar le lagune. E che nascer possa questa tale durezza, lo persuade la ragione eziandio; perchè le arene separate dall' acqua possono insinuarsi con il molle limo, cosicchè perdendo il moto, ed incuneandosi tra le particelle limose, induriscono (*XX.*) alquanto lo stesso limo. Nè è già nuovo nelle opere della natura (come pur apparisce dalla coerenza poco fa (*CLV.*) accennata), che alcune particelle di diversi corpi possono insieme compaginarsi strettissimamente. Di più un altro danno dall' acqua salsa mescolata colla dolce viene recato. Consta (come affermano) dall' osservazione, che il fango delle lagune, impregnato di quest' acqua mista, più facilmente produce le cannucce. Nè di ciò convien punto maravigliarsi: conciossiachè, siccome abbiamo veduto (*CLV.*) che vi sono alcune piante di tal natura, che si nutriscono d' aria, e d' acqua piovana; così può anche succedere, che in alcune altre piante dall' acqua salsa mescolate con la dolce, mediante il calor del sole, ricevano quel nutrimento, che non avrebbero potuto ricavare dalla sola acqua salsa. Li quali danni però non vengono inferiti solamente dal mare, che v' introduce l' acque salse, ma dai fiumi eziandio, che vi portano l' acque dolci, e le fluviatili arene, e nel recar danni ad un certo modo con lo stesso mare cospirano.

CLVIII. I danni però maggiori dal mare prodotti, i quali anche, divertiti altrove essendo tutti i fiumi, non ostante verrebbono recati alle lagune, traggono l' origine loro dai moti del mare stesso. Incominciano dal moto, che sembra principiare da quell' acque dell' Oceano, le quali entrano per lo Stretto Gaditano, vicino all' Affrica, nel mare Mediterraneo, e bagnano tutti d' ogn' intorno i lidi di

questo mare, e finalmente si restituiscono per lo Stretto suddetto nel medesimo Oceano, vicino alle spiagge della Spagna. (Tale corso del acque lo chiameremo col nome di moto del mare, che va radendo i lidi). Con questo moto l'acqua del mare vicino alle Venete spiagge correndo dalla destra alla sinistra sponda (e qui intendo, che si guardi a Settentrione), corrode da' lidi dell' Istria, e del Friuli le estranee materie aderenti a quelli, e la sabbia, di cui i fiumi di que' paesi ne tramandano al mare gran copia, e seco ogni cosa porta in faccia a quelle parti, dove sono aperte le bocche de' porti delle Venete lagune; alle quali arrivando l'acqua sì torbida, e lorda, se s' incontra con altr' acqua fluente verso le lagune, seguita in gran parte il moto di questa, ed entra nelle lagune medesime, e a varj moti misti, secondo la varietà de' luoghi dee accomodarsi. Ma in qualunque luogo poi, ove o per la troppa altezza morta, o per qualunque altra cagione si ritardi il moto, diviene quell' acqua più languida, e depone le sue immondezze, dalle quali ne ricevono le lagune stesse non lieve danno.

CLIX. Quando poi soffiano con impeto i venti Australi, e specialmente lo Scilocco, e da impetuose tempeste viene il mare agitato, si eccita allora anche nelle lagune un nocivo moto. Conciossiachè il mare agitato dalla violenza de' venti s' intorbida, e l' acqua marina si sporca di lezzo, e di arene, e particolarmente in vicinanza de' lidi ne' siti di poco fondo, dove l'acqua con maggior veemenza agitata percuote que' tali al fondo, li lacera, li corrode; e con una pressione, con una commozione, ed agitazione violentissima sforza, come si è detto (*XXI.*) le arene più basse, e le particelle rasate dai fondi medesimi a sollevarsi, ed a mescolarsi con tutta l' acqua. Nè alcuno mi dirà, che l' agitazione delle tempeste non arriva ai palombaj, cioè a quelli, che nuotano al profondo dell' acqua del mare, e però non essere credibil cosa, che il fondo del mare resti battuto dai movimenti delle tempeste; imperocchè abbiamo accennate abbastanza le circostanze de' luoghi, de' quali parliamo, ed è abbastanza manifesto, che nelle vicinanze de' lidi Veneti (e della maggior parte degli altri) il mare non è tanto profondo, che essendo in agitazione le acque superiori, possano in maniera veruna stare in quiete le inferiori; e però il mare agitato nel tempo delle tempeste percuote da ogni banda le vicinanze de' lidi, e rende l' acque torbide, e sporche di lezzo: e ciò tanto più, quanto che delle sordidezze natanti, gettate ai lidi avanti quel tempo, ve ne resta una gran copia, che il mare agitato può rapire, e può seco portarle.

CLX. L' acqua viene adunque portata nelle Lagune sporca di tante immondezze, ed in esse lagune, perchè le parti interiori de' lidi sostengono la forza della pressione dell' acque del mare, si sminuisce

in qualche minima parte l' agitazione dell' acque; e per questo scemamento di moto le immondezze, e le arene piombano al fondo (*XXII.*); ciò però accadendo più facilmente quando l' acqua arriva a que' luoghi, che in ciascun periodo de' soliti flussi vengono per qualche tempo coperti dalle acque, e non così per qualche altro tempo. Questi luoghi (detti volgarmente *velme* e *paludi*) si ponno chiamare fondi eminenti limosi delle lagune, ne' quali sebbene l' acqua ha un moto semplice, pure per le ineguali grandi superficie de' sottoposti fondi essa ha una velocità minore di quella, che avrebbe, se fluisse con moto misto: nè a questo proposito omettere si devono gli effetti delle differenze dell' altezze vive, siccome già abbiamo accennato (*CXVII.*) ciò, che può accadere. Si aggiunga, che le immondezze nuotanti ne' luoghi stessi incontrano spesse fiate alcuni alti impedimenti, da cui rimangono trattenute e fermate.

CLXI. E quì mi sia lecito di notare un' altra cosa: cioè che l' agitazione dell' acqua sopra gli alti fondi limosi delle lagune sebbene tenue sia, pure in progresso di tempo va radendo dagli stessi fondi varie, e varie particelle, molte delle quali, quando i venti sono in calma, e quell' acqua passa a fluire per i canali delle lagune, colano nel fondo degli stessi canali; il che accade eziandío quando l' acqua pura, dopo che messa da un qualche vento ha corrosa nelle lagune con un moto violento la terra dai fondi limosi, e dalle rive de' canali, rallentato il vento, scorre per i canali con leggier moto. E benchè dir non si possa, che venga in tal modo portata nelle lagune nuova terra, pure il danno di quelle parti, che ricevono la terra, è molto maggiore, che non è il vantaggio di quell' altre parti, dalle quali vien levata; e lo stesso accade eziandío in altre simili mutazioni.

CLXII. In quanto poi s' appartiene all' acque torbide fluenti dal mare nelle lagune, delle quali acque poco fa abbiamo parlato; esse spessissime volte tanto più facilmente depongono le loro immondezze, quanto più a lungo si fermano nelle stesse lagune. E si noti, che i venti Australi aiutano il moto dell' acque entranti nelle lagune, ed all' incontro ritardano il moto di quelle, che escono; anzi l' acque non possono uscire dalle lagune, se non sono tanto alte, quanto basti, perchè lo sforzo, che fanno per muoversi, e che acquistano dall' altezza, superi la resistenza de' venti; il che si fa con più lentezza, perchè l' acque, che escono dall' aperture de' lidi con moto misto riescono più tarde (*CLV.*), che se uscissero con moto semplice. E da tutto ciò ne siegue, che l' acqua, la quale dovrebbe avere il suo flusso per sei ore in circa, e per altrettante ore il suo riflusso, abbia, a cagione del vento, il flusso qualche volta anche per otto, o nove ore, e per quattro, o tre il riflusso. E questo

tempo maggiore (siccome detto abbiamo di sopra (*XXII.*), che l'acque torbide nelle lagune vengono trattenute) è la cagione, per cui molte immondezze si fermano in fondo delle lagune. Dalla stessa difficoltà, e brevità del riflusso ne nasce ancora, che non retroceda dalle lagune tutta l'acqua, che dal flusso v'era stata introdotta; e sopravvenendo poi un nuovo flusso, ed introducendovisi parimenti una copia d'acqua maggiore dell'ordinaria, finalmente si fa una piena d'acqua eccedente in altezza, ed in quantità: una tale acqua (detta volgarmente *sopraccomune*) acqua esorbitante la chiameremo. Di più per causa di quest'altezza dell'accresciuta acqua ne avviene, che essa acqua sorpassi quello spazio di lagune, ai di cui confini è ordinariamente solita d'arrivare in tempo del flusso; il quale spazio (detto volgarmente *laguna viva*) lo chiameremo con il nome di lagune migliori: e però l'acqua nel suo regresso ha forza di portare nelle lagune migliori maggior copia d'immondezze tolte da quel tale spazio di lagune, che è più rimoto da' lidi, e più simile alla terraferma (detto volgarmente *laguna morta*) e che noi nomineremo le lagune peggiori. Questo medesimo spazio poi egli è solamente soggetto all'inondazione (come ora ho accennato) della gonfiezza dell'acque esorbitanti; le quali tosto che possono superarlo di una minima altezza, d'ogni intorno si diffondono. Sì fatte altezze poi diventano ancora maggiori, se ad aumentarle cospirino anco certe oscure cagioni del genere di quelle, che producono il flusso, e riflusso dell'acque del mare. E queste tali cagioni vagliono pure da per se stesse (anche quando non agiscono i venti) a sollevare l'acqua ad altezze maggiori delle ordinarie: e quest'acqua sollevata a maggiori altezze senza l'impulso de' venti (detta volgarmente *Acquaizza*) la chiameremo il gran flusso.

CLXIII. Finalmente un altro danno vien recato alle lagune dal mare, e questo si è la corrosione, e la diminuzione de' lidi; se questi poi indeboliti si spezzino, e ne nascano nuove aperture, per le quali vi passi il mare, ella è cosa evidente, che anche le lagune per necessità vanno alla peggio. È cosa certa, che le agitazioni del mare suscitate da' venti settentrionali sono meno perniciose di quelle, che si eccitano dagli australi: e fra queste la peggiore di tutte si è quella, che viene prodotta da Scilocco: conciossiachè questo spira da tal parte, che non solo scorre liberamente per tutta, quant'essa è, la lunghezza del Veneto Golfo, ed acquista nuove forze scorrendo senza incontrare impedimento veruno; ma eziandio percuote a dirittura (ad angolo retto) i lidi Veneti opposti, cioè spinge l'acqua in guisa, che essa batte gli stessi lidi con la forza maggiore tra quante aver ne potesse. E perciò non è maraviglia, se l'acqua spinta dallo Scilocco abbia più forte possanza per istaccare da' lidi le parti di terra,

o di sabbia, o altro; e per riportarne una gran parte più lungi, quando ella si rivolta. Ma degli altri venti australi (imperocchè alla maniera del volgo diciamo molti venti australi, molti settentrionali), la forza è varia, secondo la varia obliquità, con la quale si dirizzano a battere gli stessi lidi. Molti venti settentrionali all' incontro si scaricano col loro impeto in quelle parti de' lidi, che riguardano le lagune; ma l' acque sono rinserrate dentro le lagune in luoghi più angusti, e le onde (il moto delle quali è riducibile al moto misto) non possono agitar con gran violenza l' acqua sottoposta poco alta, ed in oltre l' onde prime vengono spinte alle spalle dall' altre onde susseguenti: e però la forza dell' acqua delle lagune, spinta contro de' lidi dai venti settentrionali, è molto minore della forza dell' acqua del mare, che viene agitata da' venti australi, e che urta nella opposta parte de' lidi. Di più que' venti precipitano in certa maniera dalle superiori regioni dell' aria alle inferiori, e così infranto essendo, e debilitato l' impeto de' medesimi, ha minor forza per rendere alte, e violente le onde del mare: questi all' incontro spirando con moto obliquo, e radendo in certa maniera il mare (specialmente lo Scilocco, il quale, siccome poco fa abbiamo detto, non incontra per via alcuno impedimento), eccitano alti, e grandissimi flutti: quelli finalmente, perchè vengono rotti anche da' lidi, lasciano, che la sabbia si deponga in mare vicino ai lidi stessi: ma questi ribattuti da' lidi portano la sabbia al profondo del mare. Così vero essendo il fin qui detto, e potendosi le parti de' lidi, che vengono bagnate dalle lagune, fortificare più facilmente che quelle esposte al mare, è chiara abbastanza la ragione, per cui più dei settentrionali i venti australi (e principalmente lo Scilocco) danneggiano i lidi.

CLXIV. Ora dovendosi parlare intorno all' allontanare, ed al risarcire sì fatti danni, dirò in primo luogo, che l' erbe prodotte dall' acqua salsa si possono in gran parte e levare per opera degli uomini, e (come (*CLIII.*) si accennò) cacciar anche fuori dalle lagune. Indi non avrò riguardo di aggiugnere, che io sono di opinione costante (riflettendo pure alla costituzion presente delle Venete lagune), che della durezza del limo mescolato con l' arena de' fiumi, e della mescolanza dell' acqua dolce con la salsa, la quale sembra essere la gran producitrice delle cannucce, non se ne debba far tanto conto, quanto altri pensano. Potrei quì mettere in buon lume ciò, che lasciò scritto il celebre Montanari: cioè essere accaduto dopo la diversione del fiume Livenza dall' antico suo alveo, che in pochi anni non solo restasse distrutto il banco d' arena (detto volgarmente *Scanno*) vicino alla foce vecchia dello stesso fiume, ma anche la terra vicina al mare: e che i cumuli di sabbia, e di arena (detti comunemente *Montoni*) ne' secoli antecedenti formati dal mare, rimanessero

quasi distrutti: e lo stesso, dic' egli, essere accaduto vicino alle porte del fiume Piave. Ma parmi di sentire chi in certa maniera si opponga dimandando così: e che? quel limo salso, indurito dall' arena de' fiumi a guisa di calcinaccio, non ebbe forza di conservare sì fatte cose? Convien rispondere, che certamente non l' abbia avuta, come vuole la verità: perocchè venivano quelle arene trattenute ne' loro siti dall' acqua del fiume, che faceva un certo equilibro con l' acqua del mare, e ne rintuzzava le forze: potrei anche dire altre cose appartenenti a quel tale calcinaccio, e alle cannucce; ma non veggo alcuna valevole ragione, perchè fermare io mi debba più a lungo in una cosa abbastanza manifesta.

CLXV. Più utile forse sarà il dire alcuna cosa intorno al tener lontane le arene, che possono venir portate nelle lagune dal moto del mare corrodente i lidi. Anzi fu antico costume, ed utilissimo il riparare i lidi con molte file di pali (dette volgarmente *Palificate*) piantate ad angolo retto rispetto agli stessi lidi, le quali e possono fermar parte delle arene, e parte ancora ributtare verso i siti più profondi del mare. Qui poi debbo avvertire, esservi stati alcuni, i quali asserirono, che li pali fitti obliquamente o ai lidi, o alle rive, riescono di minor utilità. Confesso, che bensì al lento moto radente del mare si possono opporre de' pali non obliqui: per altro se si debba procurar di resistere ad un qualche moto veemente dell' acqua, giudico tanto chiara da per se stessa la necessità de' pali obliqui, i quali recavano solamente una parte dell' impeto dell' acqua, ed una parte ne rispingano, e quasi la sviino, che qui ancora crederei di gettare il tempo, se su di questo punto mi volessi fermare più a lungo.

CLXVI. Ma per continuare a discorrer intorno il tenere indietro le arene, come si è di sopra proposto, anderò dietro a quelle cose, che stimò il Montanari bene potersi a questo fine adattare. Lasciò scritto quell' uomo dottissimo, doversi procurare che l' acque de' fiumi li quali hanno le loro foci ne' lidi del Friuli, corrano in mare dirittamente, e conservino il filo del loro corso anco traverso l' acque del mare per qualche spazio; sicchè il moto dell' acqua del mare, che rade i lidi, resti intersecato, e rotto dal moto dell' acqua de' sbocchi de' fiumi; e così le arene portate da quel moto radente, mentre esso si rallenti, nè più le sostenga, possano discendere al fondo. E per dimostrare, che queste cose accadono di fatti, il Montanari asserì, che l' acque escenti dalle foci de' fiumi si internino nel mare con il loro corso più dell' acque rifluenti dalle lagune. Io però (sia detto con ogni rispetto ai sentimenti di sì grand' uomo) sono costretto ad allontanarmi dalla di lui opinione. Ne farò qui riflessione sopra di ciò, che egli stabilisce intorno l' acque provenienti dalle lagune,

affermando, che queste si dirigono subito alla parte sinistra, al contrario dell' acque de' fiumi, che sboccando in mare, si rivolgono verso la diritta: quella è una cosa affatto incerta. Imperocchè fu una volta osservato, che l'acqua rifluente in mare delle lagune vicino a S. Niccolò aveva diretto il suo corso alla volta di Ghiozza; indi che la stessa acqua dopo un qualche spazio di tempo prese tanto di forza, che, superato il moto del mare radente i lidi, si dirigeva in quella stessa maniera, come dicesi, che si dirigono i fiumi. E neppure voglio notare, che non può succedere, che il moto radente del mare dai fiumi refluì s' intersechi, e si rompa, quando gagliardi sono li flussi del medesimo mare, vale a dire in quel tempo medesimo, in cui vi sarebbe il maggior bisogno, rotto che fosse quel moto: Parlerò solamente di quel punto, rispetto a cui (come ho già detto) la mia è differente dalla di lui opinione. Racconta egli, che la Piave, prima di sboccar nel mare, entra in un lago poco dal mare discosto; e che essa passa in mare, per un' apertura de' lidi, per mezzo della quale apertura il suddetto lago comunica con il mare a dirittura. Adunque l' acqua della Piave, come ricavar si può dalle parole stesse del Montanari) tosto che entrata è nel lago, si compone, quasi a guisa d' acqua morta, ad una superficie comune con l' acqua del mare; ne ha essa acqua del fiume, per entrare in mare, altra forza, fuorchè quella, che si acquista da se medesima in vigore dell' accrescimento proveniente dalle parti superiori, da cui è prodotta l' altezza viva; imperocchè egli è abbastanza manifesto, che l' acqua di sua natura dee sforzarsi di dar luogo all' acqua de' fiumi sopravvegnente, e dee per conseguenza, dov' è aperta la strada, scorrere in mare con moto misto. Ma io dimando di grazia, l' acqua nelle lagune non acquista ella una specie di superficie d' acqua morta comune col mare? Non è ella capace di valenti sforzi per entrare nel mare stesso, toltine quelli, che ella ad un certo modo ha da se medesima in vigore dell' incremento, da cui è prodotta un' altezza viva? Non è egli anche abbastanza chiaro, se si considerino le lagune, che l' acqua di sua natura si sforza di dar luogo all' acqua sopravvegnente, ch' era stata già introdotta dal flusso, e però che si sforza eziandio di entrare in mare (con moto misto) per dove è aperta la strada? Pertanto, se egli è certo, che l' acque della Piave entrano in mare per la stessa ragione, per cui v' entrano l' acque delle lagune; s' egli è certo, che l' acque delle lagune sono in maggior copia dell' acque della Piave, già conchiudendo, pare ugualmente certo, che l' acque delle lagune possono correre in mare quasi nel medesimo spazio; che l' acque de' fiumi, e non conforme al modo, che era stato stabilito dal Montanari. Ecco la ragione, per la quale io non potei adottare la di lui opinione, riguardo a questo

moto della Piave, e di simili moti d'altri fiumi da lui nominati

CLXVII. Ed in verità per l'esito de' fiumi nel mare conviene (s'io non m'inganno) seriamente riflettere che l'acqua di quasi tutti li fiumi reflui entra in mare con moto misto. Della qual cosa se ad alcuno venisse in mente di dubitarne, conviene, che egli consideri la forza del mare, quando esso gonfia, e s'innalza. Imperocchè nella maggior parte de' fiumi (non si parla già quì de' più grandi) succede, che nel tempo del flusso del mare l'acqua marina si spinge, e s'introduce negli stessi alvei de' fiumi; ma poi nel tempo del riflusso del mare tanto l'acqua, che prima v'era stata dal mare negli alvei sospinta, quanto quella che viene dalle parti superiori de' medesimi fiumi, influisce, ed entra nel mare. Alcuna volta ancora avviene, che nella foce del fiume l'acqua tanto del fiume, quanto del mare se ne stia senza moto: e ciò succede quando il mare, ed il fiume s'accomodano alla medesima superficie di acqua morta (conciossiachè nella presente considerazione della foce si suppone, che la forza dell'acqua delle parti più alte, e rimote del fiume nata dal movimento per piani declivi, sia ben una piccola forza; poichè in vicinanza delle foci non è così piccola la porzione dell'alveo de' fiumi, che è come orizzontale, sotto alla superficie dell'acqua morta, cioè alla superficie comune al mare, ed ai fiumi; nè adesso è mio pensiere ragionar della forza prodotta nell'acqua dal moto per li fondi inclinati). Imperocchè quando il mare, ed il fiume s'accomodano alla medesima superficie, per cagione degli eguali momenti di forze, allora nè l'acqua del mare può correr nel fiume, nè quella del fiume può influire nel mare. Ma quando l'acqua nel tempo del flusso marino si fa più alta della superficie dell'acqua morta, ne segue, che quella parte, la qual supera la medesima superficie, diviene acqua viva, e spinge nel fiume con moto misto l'acqua del mare. All'incontro quando parte per l'accrescimento dell'acqua del fiume, parte per il recesso del mare l'acqua del fiume sopra della superficie dell'acqua morta diventa dell'acqua del mare più alta, ne nasce, che quell'acqua viva del fiume cada con moto misto nel mare.

CLXVIII. Quindi si rende assai chiaro quanto s'ingannino quelli, li quali quando studiano di migliorare le foci de' fiumi, cercano avidamente quanto abbia l'acqua di altezza dal fondo sino alla sommità, e da tale altezza specialmente formano il giudizio loro, e le loro conghietture, senza considerare, che la medesima altezza fu divisa in due dalla natura stessa, cioè in viva, ed in morta: eppure a ciò dovrebbero fare il primo riflesso. Il Celebratissimo Guglielmini già stabilì, che in tutta la dottrina del moto de' fiumi non avvi alcuna cosa più evidente insieme, e più disputata, meno intesa dell'uscita

de' fiumi dalle loro foci. Per dire anch' io liberamente ciò, che sento, dirò, che del parere del Guglielmini quella prima parte appartenente all' evidenza io non saprei approvarla, sebben facilmente mi indurrei a sottoscrivermi alle altre parti, cioè che quella materia è molto disputata, ma non perfettamente intesa.

CLXIX. Anzi lo stesso Guglielmini, che illustrò, ed accrebbe con grande suo merito la dottrina de' fiumi, pare, che abbia poco promossi li vantaggi di questa parte, ed abbia solamente accennate le cose: ed al certo non sembra, che egli abbia fatta molta riflessione alla differenza, che esser deve tra l' esito di un fiume per una foce aumentata in larghezza, e l' esito per una accresciuta profondità. E qui (invitati quasi dalla cosa stessa) noteremo, che quando li fiumi sono abbondanti di acque, vicino alle foci, aventi il più delle volte una grande larghezza, l' acqua cresce in altezza meno, che nelle parti superiori, le quali hanno per lo più una minore larghezza: ed aggiungeremo, che ciò però accade, almen per la maggior parte, vicino alle foci per cagione della natura del moto misto, ben diversa dalla natura del moto, che semplice è nelle parti superiori. Che se in un qualche fiume il moto dell' acqua fluente vicino alla foce con moto misto si consideri nella stessa maniera, che si considererebbe nelle parti superiori di esso (come sembra essere il parere di molti), nè si rifletta a ciò, che può produrre la medesima acqua aggiunta ad una data altezza viva fluente con moto semplice, ed a ciò, che può produrre aggiunta ad altr' acqua fluente con moto misto; in tal caso, per mancanza de' dovuti riflessi, le considerazioni non riusciranno mai bene.

CLXX. Ma se vi saranno delle rette sezioni uguali, e simili (conciossiachè le foci de' fiumi si possono considerare come rette sezioni) dalle quali l' acqua scorra con moto misto, convien anche diligentemente osservare qual differenza passi tra l' una, che accresciuta sia secondo la larghezza, e l' altra, in cui l' altezza sia stata resa maggiore: pure a queste differenze sembra, che sino ad ora non sia stata posta la dovuta riflessione. Imperocchè egli è certo, che siccome si congiungono varie altezze vive con le morte, e varie sono le larghezze delle sezioni, così nascer ne ponno varie proporzioni di velocità. Che poi per la cognizione di queste tali proporzioni sieno utili li precetti dati di sopra, forse nessun dotto, e perito in queste materie potrà dubitarne. E simili cose s' intendono dette dell' acqua, che venga costretta al corso dalla sola forza dell' acqua sopraincombente, che vi carica sopra; che se l' acqua in oltre resa fosse veloce dal declive dell' alveo, converrebbe aver riguardo anche ad essa declività. Così del moto dell' acqua possono esservi due differenti cagioni: quanto poi facilmente accader possa, che ben trattata non

sia alcuna di esse nel computarsi dell' acqua le velocità, agli altri le lascio considerare.

CLXXI. Qui però gioverà il riflettere, che se non si aumentino nè la quantità dell' acqua viva, nè la larghezza della foce del fiume, ma cresca solo l' altezza morta, in tal caso si diminuirà la velocità media dell' acqua: la qual cosa apparisce eziandio dal parametro del moto misto, che si deve sminuire (*LXXIV*).

CLXXII. E qui soggiungerò anche questo, che non si deve per modo alcuno tacere; se vi saranno due fiumi A, e B, il primo de' quali A per una sezione di moto misto in larghezza minore entri in mare, ed il secondo B per una più larga, ed abbiano questi fiumi uguali altezze morte (nessuna delle quali però sia minore dell' altezza viva nella sezione più stretta) ed uguali eziandio le quantità di acqua viva, dico, che in questi due fiumi succederà, che l' acqua escirà dalla foce di minor larghezza del fiume A più velocemente, che dalla più larga del fiume B; ma in tal modo però, che da questa foce del fiume B fluirà, proporzionevolmente in maggior copia, che dall' altra del fiume A: imperocchè quelle cose, cha si sono dette di sopra (*CXX.*) dell' acqua fluente da' canali, convengono egregiamente agli shocchi di sì fatti fiumi.

CLXXIII. E da questa proprietà del moto misto chiaramente apparisce, che molte volte può riuscire non molto utile il rendere più stretta o con muri, o con pali la foce larga di un fiume, che entra in mare con moto misto; e può non giovare, che un fiume prima simile al fiume B (*CLXXII.*) sia ridotto dipoi, in vigore di quella tal mutazione, simile al fiume A: conciossiachè l' acqua sebbene dopo la mutazione diventerà più veloce, ciò non ostante scaricherassi in minor quantità; così quella porzione d' acqua, che sarà trattenuta, formerà una maggior altezza viva, ma se gli argini non sieno corrispondenti a questa maggior altezza viva, egli è manifesto qual pericolo quindi nascer ne possa. Ma dirà alcuno: l' acqua fluente per una foce più angusta sarà più valida (*CLXXII.*) per iscavare le particelle dal fondo, e per rendere la foce stessa più profonda; e però l' acqua, dopo che sarà cresciuta la profondità della foce, si scaricherà in copia maggiore. A questo punto però converrà rispondere molte cose: ed in primo luogo, che aver si dee riguardo non solo alla profondità dell' altezza della bocca accresciuta, ma eziandio alla diminuzione, che ne risulta dalla minore larghezza della bocca stessa; di modo che fattone il calcolo (siccome conviene a chi è amante del vero) se cresca, o se cali la quantità dell' acqua, ben si rilevi, e conosca. In secondo luogo per l' altezza della bocca accresciuta, o sia per l' accrescimento dell' altezza morta, si scema di nuovo la velocità, come di sopra (*CLXXI.*) si è detto. Finalmente questo

accrescimento d' altezza accade in una parte non grande del fondo, e succede principalmente tra que' cancelli, con i quali si sminuisce in larghezza la bocca del fiume; checchè credano alcuni potere questo accrescimento d' altezza per uno spazio grande dell' alveo prolungarsi.

CLXXIV. Le quali cose per verità quanto sono degne di una somma considerazione, tanto anco persuadono, che convenga coadiuvare con arte gli sbocchi de' fiumi (se possibile sia) abbreviando il viaggio all' acqua, acciocchè possa essa uscire dalle foci non solo per ragion dell' altezza, cioè perchè venga premuta dall' acque, che vi carica sopra, ma eziandio perchè spinta sia in una certa maniera alle spalle dall' acqua delle parti superiori, che per un alveo declive corre verso la foce.

CLXXV. Non tacerò neppure ciò, che in mente una volta mi venne. Pensava, che potrebbe forse utile riuscire l' aprir ai fiumi molte sboccature vicino al mare, acciocchè qualunque bocca si potesse munire o con una cateratta (detta volgarmente *Porta*), o con travi l' uno all' altro sovrapposti (detti volgarmente *Pianconi*), o con altro genere di artifiziosi emissarj, da aprirsi, e chiudersi secondo il bisogno. Imperocchè ne' fiumi reflui queste cateratte aperte darebbero adito al flusso del mare, le di cui acque sono vantaggiose: quando però nelle parti superiori del fiume non vi fosse tal copia d' acqua, che avesse istantaneo bisogno di sito per speditamente fluire. Che se l' acqua vi fosse in troppa copia, cioè se il fiume fosse troppo abbondante d' acque, col riserrare, ed opporre le porte; o diciam gli ostacoli l' acque del mare in tempo del flusso verrebbero fermate, ed escluse; ma all' incontro levandosi poi gli ostacoli nel tempo, in cui le acque del mare refluissero, tutto quel luogo che sarebbe per altro stato occupato dal mare in tempo del flusso, resterebbe pronto a ricevere l' acque vegnenti dalle parti superiori del fiume; ed in tal maniera esse parti superiori sarebbero meno caricate dalla troppa acqua, e quando li fiumi rimanessero poveri d' acqua, per qualche spazio di tempo, postivi parimente gli ostacoli, l' acqua si potrebbe raccogliere, acciocchè uscendo dipoi in copia maggiore, que' tali benefizj producesse, che si aspettano dall' accresciuta velocità. Ovvero sebbene il fiume avesse una sola foce, questa (purchè non fosse esposta a qualche vento troppo frequente) si potrebbe munire di diverse cateratte: siccome in alcuni luoghi dell' Olanda si tempera il commercio fra alcune acque, ed il mare; ed a que' luoghi molte delle cose dette intorno al moto misto forse quadrano ottimamente. Anzi nella maggior parte de' fiumi la mollezza del fondo, la larghezza delle foci, l' altezza dell' acqua, le procelle non riuscirebbero tanto nocive, quanto lo ponno essere rispetto ad altr' opere di struttura

maggiore; come sarebbe, a cagion d' esempio, la fabbrica di caterattè nelle bocche de' porti, delle quali parleremo in appresso. Confesso però, che intorno a questo punto converrebbe cercar più oltre; ma non veggo già, che perciò non si potesse egli proporre da considerarsi. Pare certamente, che non possa per alcun motivo far contro a quella regola, che io considero la principale per tener lontani li danni da temersi dalla troppo abbondanza dell' acque de' fiumi; cioè alla regola, la quale c' insegna, che secondo le diverse ampiezze de' luoghi, s' aiuti il moto in que' siti, dove l' alveo è poco declive, non così in quelli, dove l' alveo è declive abbastanza.

CLXXVI. Ma rimettiamoci in sentiero, perchè abbiamo quasi oltrepassati gli stabiliti confini, cercando varj teoremi per dimostrare, che li fiumi accennati dal Montanari come valevoli ad interrompere il moto del mare radente i lidi, non hanno già quella forza, la quale parve, che egli volesse loro attribuire. E se alcuno, per ostentare la forza de' fiumi, adducesse in esempio il fiume delle Amazzoni, le di cui acque conservano in mare la direzione del proprio corso per molte miglia, egli mostrerebbe di parlare da scherzo; non essendo cosa punto maravigliosa, che un fiume d' un ampiezza sterminata, la di cui foce è all' incirca tanto larga, quanto lo è questo nostro Adriatico seno nella massima sua larghezza, e di una grande profondità, conservi il suo corso, e la dolcezza dell' acque sue nel mare per lo spazio di più miglia; poichè per la grande larghezza di questo, ed anche di certi altri fiumi, si dee conservare lungamente unita molta quantità di acqua, le di cui particelle non ponno già in proporzionevol copia sviarsi, nella forma dimostrata di sopra (*XVIII.*) sì presto verso le parti immote, come si sviano ne' fiumi minori, de' quali adesso si ragiona: per non far parola di certe altre cagioni dalle quali può nascere, che l' acqua d' alcuni fiumi più difficilmente si mescoli con l' acqua del mare.

CLXXVII. Comunque però si allarghi l' acqua fluente dalle foci de' fiumi, io non niego, che non possa essa recare qualche vantaggio: io dico soltanto, che egli non è molto grande: e tengo nulladimeno anche per certo, che quasi niente importi, che la sboccatura della Piave o sia lontana dalle lagune per 22. miglia, o sia lontana per 30. Non ardisco già di negare, che dalla Piave lontana nove sole miglia non sia una qualche volta pervenuta nelle lagune qualche porzione di acque torbide; ma però è affatto uniforme alla ragione il credere, che pervenuta ve ne sia ben poca. Ma accresciuta la distanza allo spazio di ventidue miglia, che cosa finalmente può venir trasportata da quel moto del mare, col quale cammina l' acqua così lentamente, che io starei per dire; *Che non si crederebbe, ch' ella andasse, se non si vedesse, ch' ella vi è andata?* Vale a dire cammina

l'acqua con un moto, col quale (come attesta pure il Montanari medesimo) nello spazio di otto ore solide appena ella fa un miglio di strada, e in sette giorni appena, e forse nè anche, può l'acqua arrivare dalle foci della Piave alle lagune. Per verità il mare quando è in tempesta non abbisogna delle sabbie escenti dalla Piave per fare alle Venete lagune la guerra. Dunque se per impedire gli accennati danni del moto del mare radente i lidi, non ponno bastare le acque de' fiumi, che intersechino, e rompano l'acque del mare; e se le palificate sono un riparo abbastanza valido, a quel naturale rimedio de' fiumi, qualunque egli sia, vi aggiunga l'arte anco le palificate, di cui in progresso verrà occasione di nuovamente parlare.

CLXXVIII. Conciossiachè si deve ancora adesso considerare, in qual maniera si possano schivare, o almeno sminuire i gravissimi incomodi (de' quali abbiamo già parlato (*CLIII.*) non poco), che vengono inferiti alle lagune dall'acque soprabbondanti. In questo proposito suole la maggior parte inculcare, che procurar si dovrebbe, che in tempo d'acque esorbitanti non potesse l'acqua entrar nelle lagune in tanta copia, in quanta v'entra presentemente: e che però necessario sarebbe il fare qualche riparo ne' confini delle peggiori lagune, il qual riparo servisse in qualche maniera di circonvallazione alle lagune migliori. Aggiungono potersi ciò fare, costruendo alcuni argini tra le migliori, e le peggiori lagune, e sopra le rive de' canali diretti alle parti più rimote delle lagune medesime, onde sì fatti argini costituissero i bramati termini all'acque soprabbondanti.

CLXXIX. Indi asseriscono, che in tal maniera l'acque esorbitanti del mare entrerebbero in minor copia nelle lagune, e vi porterebbono minor quantità d'immondezze: e ciò che tanto importa, resterebbe nelle lagune meno di sabbia; dannosa materia, solita a separarsi dall'acque torbide. Di più l'acque dolci impedite dagli argini non potrebbero dalle peggiori lagune nelle migliori introdursi; e l'acque soprabbondanti, al ritornare indietro, non trasporterebbero le immondezze, il limo, ed altre estranee materie dalle peggiori lagune nelle migliori. E dopo tutto questo i fautori di una tale opinione si sforzano di confermar con l'esempio l'utilità dell'opera proposta, asserendo, che in sì fatta guisa le Venete lagune verrebbero ad essere similissime alle lagune di Comacchio; e che quindi si può conchiudere, che siccome quelle di Comacchio si conservano, così anche le Venete si potrebbero per lunghissimo spazio di tempo conservare.

CLXXX. Ma se le anddette cose si considerino con diligenza più esatta, e primieramente si rifletta con attenzione a ciò, che si è detto dell'acque dolci, si vedrà subito, che queste dalle lagune peggiori derivare altrove si possono per interni canali; e che per tenerle

indietro non v' ha bisogno di tanti argini: i quali se impedissero, che le galleggianti dannose materie delle peggiori lagune, nel riflusso, o sia nel ritorno indietro delle acque soprabbondanti, venissero portate nelle lagune migliori, impedirebbero ancora, che il flusso di esse acque esorbitanti non trasportasse le materie del genere medesimo da queste migliori lagune in quelle peggiori, e che in queste parti della sabbia si deponesse; deposta la quale l' acque se ne ritornano men torbide nelle lagune migliori. Da tutto ciò si può provare, non essere punto cosa certa, che col porvi qualche argine arrivassero nelle migliori lagune o in minor copia i galleggianti, o la sabbia in minor quantità. Per quanto poi s' aspetta ai flussi esorbitanti, in quel caso introdurrebbono questi per certo una copia d' acqua minore, che nel caso, in cui fosse loro aperto l' adito tutto, cioè nelle migliori, e nelle peggiori lagune: nelle migliori però la copia dell' acqua riuscirebbe maggiore di quella, che stata sarebbe nelle medesime, se l' acqua avesse anche potuto passare alle peggiori; ma non senza grave incomodo della Real città di Venezia le gonfiezze dell' acque diverrebbero sì grandi. Nè sarebbe questa un' opera di lunga durata: lo stesso argine, che verrebbe ammellito (*XIX.*) dall' acqua salsa, urtandolo l' onde resterebbe rovinato in gran parte, e sarebbe asportato ad immondare le migliori lagune. E neppure convien tacere, che un sì fatto argine col far fronte ai flussi assai grandi renderebbe minore il vantaggio proveniente dalle loro acque. Chi saprà poi conoscere quanto sieno differenti in sito, in grandezza, in comunicazione col mare, e nella natura del flusso, e del riflusso le lagune di Comacchio dalle Venete, non dubiterà punto della falsità di tale proposizione, che ciò, che fu di giovamento a quelle di Comacchio, sia anco alle Venete per giovare: conciossiachè quanto io sono persuaso, che la natura conservi da per tutto nell' operare le medesime leggi, e che con le medesime spiegazioni si debbano esporre da per tutto le stesse leggi della natura, altrettanto tengo per certo, che anche una stessa spiegazione si debba in modo vario alle varie proprietà de' luoghi applicare.

CLXXXI. Egli è poi manifesto, che nelle lagune Venete sono costituite le cose in tal maniera, che questi incomodi dell' acque soprabbondanti vanno così inseparabilmente connessi con li vantaggi provenienti dal mare, che non si ponno toglier quelli, se non si vogliono perdere ancora questi. Chi potrà poi sognarsi, che levato tra il mare, e le lagune il commercio, si possa far beneficio alle stesse lagune? Ma sebbene gl' inconvenienti togliere non si possono affatto, par nondimeno, che di molta diminuzione sieno capaci, quando si procura, che in tempo del flusso del mare non si smuovano nè il fango, nè le sabbie nelle lagune; poichè movendosi quelle materie,

più facilmente l' acqua si sporca, quando che le lagune sieno spurgate quanto mai possibile sia dalle immondezze; come in altro luogo (CLIII.) abbiamo accennato; quando che le sponde delle bocche de' porti, dove sono aperti gli aditi al mare, sieno sode, e ben munite, come anche i lidi sieno fortificati, sicchè non possano essere rotti dalla forza, e violenza del mare, onde non s' aprano al mare stesso nuove strade, quando che non venga più somministrata facilmente al mare la sabbia da portarsi nelle lagune; e finalmente quando che si svii per qualche poco con l' arte il moto del mare in tempo del flusso, e riflusso; della qual cosa però ne parleremo in appresso.

CLXXXII. Di questi, vale a dire de' danni, che vengono fatti dal mare ai lidi, vuole il buon ordine, che ne facciamo in questo luogo parola. Non comincio però dalla prima origine degli stessi lidi, basta accennare volersi da alcuni, che sieno stati fatti sì da que' venti, di cui è proprio spingere la sabbia staccata dal fondo del mare verso la terraferma, sì dal contrasto del mare con l' acque de' fiumi: pertanto li credono formati quasi in quella stessa maniera, con cui crescono, e si alzano li banchi, e scanni d' arena dirimpetto alle foci de' fiumi. Ma siccome chiaro non veggo per qual cagione si sieno formate quelle congerie di sabbia (que' lidi) così lontane dalle foci de' fiumi; così parimente non veggo per qual ragione si debba qui investigare l' origine de' lidi medesimi, che se la scorgessi, mi tratterrei pure in questa materia di più.

CLXXXIII. Or perchè il mare con li suoi moti perturbati corrode, e danneggia i lidi, qui conviene cercare con diligenza quali ripari si debbano costruire per opporre una valida resistenza alla forza del mare. Egli è certo che l' industria di quelli i quali presiedono alla conservazione de' lidi, tenta con ogni arte di munirli con tale specie di difese, le quali sieno atte a rintuzzar l' impeto dell' acque, che li tormentano; imperocchè e con sassi, che premono il suolo soggetto, e resistono alla forza del mare, e con molti ordini di pali, che parimente rompono la forza dell' acqua, e di più tengono fermi i sassi, sono i lidi fortificati in tal guisa, che in molti luoghi si mantengono intatti; mentre per altro senza questi ripari facilmente anderebbero in rovina.

CLXXXIV. A questi ripari però vi mancano ancora alcune cose, affinchè possano essi durar più lungo tempo, ed abbiano forza maggiore per resistere alla violenza del mare. Riferisce il p. Coronelli, che Paolo Giustiniani, patrizio Veneto, e prestantissimo Senatore, dimostrò, che un riparo fabbricato di muro serve meglio di uno fatto con sassi, e con pali, e che da questa nuova spezie di fortificazione giova sperare que' vantaggi, che non si potevano attendere dall' altra vecchia maniera. E per vero dire, se i fondi riusciranno atti a

sostenere de' solidi fondamenti; se, non resistendo i cotti mattoni, si adoperino de' sassi non punto soggetti alla corrosione della salsedine; e se tollerabili sieno le spese, una sì fatta foggia di riparo, con la quale si fortificassero i lidi con mura fortissime contro all'impeto del mare, ottima per certo sarebbe. (Ma da ciò, che tempo fa scrissi, passando a ciò, che ora scriver posso, aggiugnerò, che il chiarissimo sig. Bernardino Zendrini, matematico della Serenissima repubblica di Venezia, e a tutte l'acque dello stato Veneto Sopraintendente, ha con mirabile industria promosso il modo di fabbricare con sassi, e malta su i Veneti lidi. Conciossiachè egli con l'eccellente suo sapere, e con la lunga pratica in tante opere o vedute, o fatte eseguire anco in esteri paesi, ha determinato come meglio formare, e situare si possano i moli di pietra, sicchè, secondo le leggi della meccanica, vagliono a fare la massima resistenza, ed ha introdotto l'uso della pozzolana, con cui la fabbrica de' moli stessi acquista una perpetua solidità: onde non più sperare, ma confidare si dee, che tali generi di fabbriche sieno per riuscire alla conservazione de' lidi utilissimi). Come giovevoli altrettanto già sono riusciti i moli, con un ingegnoso modo particolare di esso sig. Zendrini formati di gabbioni (sono questi una spezie assai nota di grandissimi cestoni riempiti di terra), e posti per di lui ordine utilmente in opera tanto nel Po, quanto nell'Adige, per validi ripari contro i danni recati dal corso dell'acque di que' violenti fiumi. E' ben riescono essi moli in certa maniera per una confacente sostituzione ai prismi di pietra, che fece il chiarissimo sig. Guglielmini (di felice memoria) costruire con tanto frutto nel Pò a Piacenza: ma tali fabbriche di pietra alle volte non si ponno eseguire, e quando si può, non sempre giova il farlo. Sicchè ben era conveniente l'indicare in questo luogo come altri simiglianti ripari in vece di quelle fabbriche sostituire si possano.

CLXXXV. Ora poi in proposito del progetto dato da quel Senatore, mi sia lecito di fare una picciola digressione, esponendo in questo luogo ciò, che più volte ho meco stesso pensato. Avendo io lette molte cose messe fuori e ne' tempi passati, ed anche poco fa dai Patrizj Veneti intorno alle loro lagune, sono sicuro di non far la figura di voler lusingare, mentre dirò, che le cose proposte scritte da' Patrizj intorno alle Venete lagune si debbono anteporre a tutto ciò, che fu scritto dagli altri della materia stessa. Per verità è accaduto, che la dottrina delle lagune fosse promossa da quelli, nel dominio de' quali ebbe il primo suo nutrimento la scienza dell' acque correnti. Tale scienza (siccome abbiamo indicato di sopra) si deve ne' suoi principj all'abate Castelli Bresciano, e però anche Veneziano. Ma per provare ciò, che ho asserito de' Veneti Patrizj, e che

si può altrove raccogliere in questi libri, esporrò un avvertimento elegantissimo preso dai Commentarj del dottissimo Monsignor Patriarca Daniel Barbaro al Capo XII. del Libro V. di Vitruvio, il quale avvertimento sebbene contiene molte parti, le quali avrei potute mettere ad una ad una in varj luoghi, come avesse richiesto la divisione di questa mia operetta, ciò non ostante ho voluto serbarlo intatto, affinchè per avere seguito nel dividere certe occasioni, non tanto paresse, che io avessi diviso comodamente, quanto piuttosto che io avessi lacerato, e sconnesso un elegantissimo corpo. Ecco le parole dello stesso Barbaro: *Dandoci il Signor Iddio un giocondissimo frutto della pace, ci vuole far riconoscere il benefizio ricevuto dalla Provvidenza sua del sito, che egli ha dato ai primi Fondatori di questa città, e però con l' esercitare degl' ingegni, e degl' animi de' Senatori, in una grandissima impresa vuole, che il Mondo veda la grandezza dello Stato loro, la prudenza degli uomini, e l' amore di giovare alla patria. Dove sarà opera di Speculatori della Natura, e de' Pratici investigare le cause dell' atterrazione di queste lagune, come sogliono fare i medici, che prima considerano le cause delle infermità, e poi danno i rimedj opportuni: troveranno, che la terra usa i fiumi in questa usurpazione, che ella vuol fare, e da quelli si fa portare nelle acque salse: troveranno, che l' acque salse di loro natura rodono, e consumano le immondizie: troveranno, che più acqua salsa, che entra in questa laguna, è meglio, perchè uscendo con maggiore impeto, porta via più terreno: troveranno, che si deve levare gl' impedimenti alla natura, acciocchè ella operi da se, e faccia quello, che non si può fare con ingegno, forza, e spesa alcuna. Però moveranno que' terreni, che già sono alquanto induriti, e daranno facilità alle acque di portarli via; dirizzeranno i canali, e i corsi delle acque; impediranno la mescolanza delle dolci con le salate; faranno degli argini, e non lasceranno molto spazio; oltra quelli arare, e muovere i terreni; e finalmente condurranno quanto più da lontano si può i fiumi grandi, e piccoli; e queste cose sono molto bene considerate dai Senatori, che di già si hanno a mettere all' impresa, e preparare macchine, ed istrumenti utili, ed ingegnosi a tanta opera presa, e deputare persone intelligenti, e diligenti, e che siano amorevoli, e sappiano bene spendere il danaro.*

CLXXXVI. Dopo le suddette cose, che in questo luogo omettere non ho voluto, mi farò più da vicino alla materia proposta, e passerò a considerare la natura di certe forme di difendere con le usitate materie i lidi. Delle quali parlando, alcuni vorrebbero, che si adoprassero pochissimi legni, prima perchè vengono offesi internamente dal tarlo; indi perchè certe salse particelle dell' acqua rodono ad un certo modo alcune parti degli stessi legni: sì perchè i

vermicelli marini (detti da altri Teredini, da altri Serpentini, da altri Brune) li corrodono (1). Finalmente perchè in sì fatte opere manca il più delle volte la necessaria fermezza; mentre i pali, continuamente percossi dall' onde, vacillano sovente, e allora respingono in parte l' onde verso il fondo. Per tali ragioni adunque quelli conchiudono, che nell' uso de' legni si trova poco vantaggio.

CLXXXVII. Quindi è, che il già lodato Guglielmini diceva, doversi adoperare sassi in grandezza eccedenti quelli, che ora si pongono in uso; e doversi formare sopra de' lidi gli argini più alti; ma di un declivio insensibile, con pochi pali frammezzo all' opera, disposti secondo che la necessità lo richiegga; doversi poi per isminuire il moto del mare, e per fermar le sabbie circolanti assieme con l' acqua, ridurre più validi i lidi, aggiugnendovi ne' siti opportuni più palificate dirette a guisa di lunghi speroni, e queste (come abbiamo detto anche (*CLXV.*) di sopra) dentro del mare, per competente spazio allungate. Anzi pochi anni avanti il Conte Matteo Alberti avea proposti certi ordini di pali simili a quelli, con cui si sono muniti i lidi dell' Olanda, frammezzo de' quali vi fosse addensata molt' alga, che difendesse gli argini costrutti sopra de' lidi stessi; onde non vi s' insinuasse il mare, ed in simil guisa meno di legni si adoperassero.

CLXXXVIII. Di più (per non avere per poco dimandata licenza di esporre ciò, che in tal proposito io sento) dirò con libertà, che io non credo potersi con pochi legni far valida resistenza alla forza del mare. Vorrei, che si scegliessero legnami tanto meno soggetti al tarlo, quanto possibile sia, e che si procurasse di ritrovare qualche maniera di difenderli dalle corrosioni della salsedine, e de' vermicelli il più che si potesse o con pelo di animali, e con altre cose impegolate, ovvero con un valido intonacato di qualche specie di malta. Fra queste cose egli è probabile, che ne riesca alcuna utile all' intento, quando si cerchi con maggior diligenza la natura, e la proprietà d' una tale specie di vermicciuoli; siccome il celebratissimo

(1) Il padre Boscovich nelle sue memorie sul porto di Rimini ha questo articolo. *In ordine al rimedio contro i vermi, al mio partire da Londra un Olandese, persona di merito, m' assicurò d' avere trovata la maniera di cavare dal carbon fossile una spezie di catrame, che, senza renderlo inusuale a' cammini, se ne estraeva, e preservava i legnami in mare da' vermi, o in terra meglio della vernice dall' ingiurie delle stagioni: mi disse, che spezialmente in ordine a' vermi egli ne aveva l' esperienza, che gli stati d' Olanda avevano mandato all' Indie attaccati a de' vascelli alcuni pezzi di tavole così incatramate per farne una prova autentica; che intanto egli associatosi con alcuni negozianti Inglesi aveva ottenuti dal Parlamento ampj privilegj di privativa nel fare una tale estrazione: che già preparavano le macchine, e andavano a cominciare il lavoro.*

nostro collega (di felice memoria) Antonio Vallisnieri, che fu sì eccellente per la dottrina, e per l' industria nell' investigare alcune opere recondite della natura, attese con non lieve profitto a somiglianti ricerche. (E qui aggiungerò, che dopo quel tempo intorno alla stessa materia de' vermicelli marini, che corrodono i legni, sono usciti alla luce varj Trattati, degni di una distinta attenzione. Mr. Deslandes *Examen des Vers de Mer qui rongent les Vaisseaux:* dans *l' Histoire de l' Academie Royale des Sciences Année MDCCXX.* Ediz. Parig. pag. 26. Godofredi Selly *Historia Naturalis Teredinis, seu Xylophagi marini;* Traiecti ad Rhenum 1733. *Observations sur l' origine, la costitution, et la nature de Vers de mer, qui percent les Vaisseaux* par Mr. Rousset, à l' Haye 1733. *Recherches interressantes sour l' origine, la formation ec. des Vers à tuyau qui infestent les Vaisseaux, les Digues ec.* Par P. Massuet: à Amsterdam 1733. Di più vi è nell' opera intitolata, *Recueil de differens Traités de Physique* par Mr. Deslandes, à Paris 1736. pag. 214. un *Eclaircissement sur les Vers qui rongent le bois des Vaisseaux*. Delle materie de' quali Trattati potrei fare una qualche esposizione, se essa non fosse per riuscir troppo lunga, e se non bastasse l' aver indicati i fonti, da cui in tale proposito trar ponno utili notizie quelli, che ne bramassero.

CLXXXIX. Nè con facilità crederò, che con pochi, o leggieri urti dell' acque del mare si possano i pali ben fitti commuovere sì fattamente, che vacillino: se però si dovesse creder questo, gioverebbe piantarli obliquamente. Quella macchina, la quale serve a ficcare i pali, si può anche accomodare a piantarli obliquamente ogni qualvolta che le travi tra cui cammina il *Battipali*, come li nostri lo chiamano, si ponessero non a perpendicolo, ma inclinate, e secondo l' angolo, che formar dovrebbero i pali con la perpendicolare; e la gravità de' battipali si accrescesse tanto, che lo stesso discendendo secondo l' inclinazione delle travi, acquistasse il medesimo impeto, che acquistava prima, quando essendo più leggiero, perpendicolarmente cadeva. (Nell' Opera, che ha per titolo: *Teatrum Instrumentorum et Machinarum Jacobi Bessoni*, la Figura XXIII. e le spiegazioni, e le addizioni per la medesima appartengono ad una nuova struttura di macchina per conficcare ne' fondi coperti dall' acqua obliquamente i pali. Si può essa macchina considerare, consultando l' Opera stessa.) Ma io sono benissimo persuaso, che l' impulso, e l' urto dell' acqua de' fiumi (ai quali d' ordinario si ha riguardo, quando si tratta di sì fatte cose) sia differente di gran lunga dall' impulso, e dall' urto dell' acqua del mare. Imperocchè essendo ne' fiumi il moto veemente, per lo più, per siti declivi; ed all' incontro vicino ai lidi dirigendosi, per lo più, il moto veemente del mare

verso siti acclivi, egli sembra ben certo, che verso il fondo con maggior danno da quel moto, che da questo l' acqua riflettér si puote.

CXC. Ma qui in proposito di grandi sassi aggiungerò un' altra cosa. Scrisse Vitruvio (nel Lib. V. Cap. XII.), che si ponno costruire vicino al mare le pile in questa maniera. *Sopra l' orlo, e gengiva del mare, dove termina il terreno, egli si deve fare un letto fermissimo, il quale sia piano meno della metà, ma il restante, che è prossimo al lido, sia pendente, e chino dipoi verso l' acqua, e dai lati intorno al detto letto si facciano i margini, e le sponde a livello di quel piano; e quello che è lasciato pendente oltre la metà, sia empito di arena tanto, che egli sia pari al margine, e al piano del letto, e sopra quel piano sia fabbricato un pilastro grande; e fatto che egli sia, acciochè si possa seccare, e far presa, bisogna lasciarlo per due mesi, dipoi sia tagliato di sotto quel margine, che sostenta l' arena, e così l' arena sommersa dall' acqua farà cadere quel pilastro nel mare, e con questa ragione, richiedendolo il bisogno, si potrà andare innanzi fabbricando nell' acque*. In questa maniera adunque insegnò Vitruvio, che la mancanza della sottoposta arena possa far che precipiti nel mare qualunque grande pila. Dopo tutto ciò, chi vorrà affaticarsi a dimostrare, che i sassi posti sopra l' Arena de' lidi possano, per quanto grandi essi sieno, precipitar in mare, quando i flutti con la violenza de' loro urti levino, ed asportano seco l' arena sottoposta ai medesimi sassi? Chi potrà credere, che i piccioli sassi si debbono validamente sostenere con i pali, perchè nel mare non precipitino, e non così i sassi grandi? Anzi se è vero tutto ciò, non si deve solamente procurare di adoprare sassi grandi, ma eziandio tentar si deve di trattenerli, che non isdrucciolino al fondo. Ma poi rispetto agli argini insensibilmente acclivi, ed estesi ad uno spazio grande sopra de' lidi, appena potrassi con immense spese far portar tanta terra, quanto possa bastare al bisogno. E circa al costruire più alti gli argini stessi, dir conviene, che gli argini più alti daranno per maggiore spazio di tempo materia al mare per corrodere (e queste cose s' intendano eziandio degli argini insensibilmente acclivi); ma gliela daranno poco, o forse anche nulla di più resistente. Nascerà questo solo effetto: cioè che, a cagion d' esempio, un argine reso più alto non potrà essere scavato dal mare, se non nello spazio di un anno intiero; mentre per altro il mare avrebbe potuto scavare l' argine stesso, se non fosse stato alzato, nello spazio di dieci mesi. Ma per quanto s' appartiene ai pali, io sono persuasissimo, che le file di questi avanzandosi in mare per un lungo spazio, sieno utilissimi; specialmente se frammezzo ai pali possa per alcun poco scorrervi il mare: conciossiachè io penso essere stato sommamente nocivo ai legni posti nella maniera prescritta (*CLXXXVII.*) dall' Alberti, il dover a

cagione della loro densità, e dell' altezza di tutta l'opera sostenere intieramente la forza del mare.

CXCI. E credo poi, che quando si debbano far simili ripari, sia cosa più utile il procurare di rompere l'impeto del mare, piuttosto che di resistergli affatto: ma quì soggiungerò quelle cose, che io penso potersi aggiugnere utilmente. Io reputo adunque per vantaggiosa cosa il lasciar frammezzo a ciascheduna coppia di pali uno spazio alquanto maggiore del consueto, purchè le parti superiori de' pali sieno fra di loro con altri legni, e con chiodi validamente connesse. Io anco penso, che si possano i pali piantar più a fondo, nè molto importa se non stanno essi elevati sopra la sommità dell' acque de' massimi flussi. Si può in oltre (preparate che sieno, per far quelle opere, le necessarie cose) scavar la sabbia per due piedi di profondità fra i due ordini de' pali più vicini al mare, ed empir quella fossa di sassi, i quali, a forza quasi interrati, contrastino, come dicono, con i legni trasversali, da cui legate sono le parti superiori degli ordini de' medesimi pali. I luoghi poi vuoti tra i sassi si otturino o con alga, o con calcinaccio; onde la sabbia, che sta frammezzo a' legni, e sassi, non possa essere trasportata dall' acqua sì facilmente, e si impedisca, che la sabbia, la quale dovrebbe succedere in luogo della prima asportata, non fluisca sì di leggieri. La principale attenzione in verità esser deve, che la sabbia non circoli, e stia salda. Si potrebbero anco rendere migliori certi letti di tessute cannucce, che si mettono sotto de' sassi; e si potrebbe recare, in siti proprj, su i lidi molto limo preso dalle lagune, perchè esso si convertisse in una terra più atta, che non è l'arena, per fare resistenza alla forza del mare: si potrebbero nelle sponde più deboli de' lidi fermare con pali, e con altri artificj interi alberi con li loro rami, e con le loro radici, la forza de' quali alberi, opportunamente posti, per rompere i flutti, e fermare le sabbie, forse riuscirebbe di un uso non ispregevole.

CXCII. Dopo aver dette intorno al mare tutte queste cose, come atte a tenere li pericoli lontani, convien ora esporre que' vantaggi, che dal mar medesimo possono derivare. Ed in primo luogo la di lui salsedine, se non venga indebolita dal mescolamento dell' acque dolci (*XX.*) dicesi avere non poco di forza per distruggere li canneti. Può ella anche fare, che il fondo delle lagune più molle divenga, e che le di lui particelle diventino tali, che più facilmente dal fondo stesso staccare si possano: ma perchè le staccate particelle vengono trasportate in tanto maggior copia, e tanto più agevolmente, quanto il moto dell' acqua è più veloce; per ciò quasi tutti quelli che trattano di queste materie, tutto mettono il loro pensiere, ed il loro studio tutto per accrescere la velocità all' acqua delle lagune mediante

il moto del flusso del mare. Li vantaggi adunque, che il mare può recare, per la maggior parte consistono in questo, che il moto delle di lui acque vaglia a trar seco il limo delle lagune. Sonovi alcuni, li quali, per dimostrare la forza del moto dell'acqua, propongono per esempio li principali canali delle lagune (dette volgarmente *fuofe*) esistenti per mezzo alle aperture de' lidi: perocchè dicono essi, venir questi scavati dal moto più veloce dell'acque de' maggiori flussi, e riflussi del mare.

CXCIII. Certi però vorrebbero, e tra essi un Anonimo (il di cui libro pare essere stampato in Milano l' anno 1675.) che que' siti delle lagune, li quali sono dirimpetto ai lidi, fossero capaci di ricevere molta acqua in tempo del flusso, e che poi nel riflusso, passando una gran copia di acqua per luoghi stretti, divenisse questa con corso più veloce vie più atta e a staccare, e a portar via seco le particelle corrose dal fondo delle lagune. Pensarono taluni, che a questo fine si dovessero fare alcuni canali. Dicevasi una volta, che conveniva prolungar un canale fino alla terra del Dolo, perchè fino colà arrivasse l' acqua salsa in tempo del flusso; dappoi Carlo Antonio Bertelli mostrò nelle sue opere *sopra la Veneta laguna* (stampate circa il 1676.) d' esser contento d' un canale più corto. Asserì lo stesso, che utile riuscirebbe (e ciò fu da alcuni accennato anche prima di lui) se all' intorno delle migliori lagune si scavasse un canale, e se dall' estremità degli esistenti rivoli (volgarmente chiamati *Code*) si prolungassero altri nuovi canali fino agli ultimi confini delle lagune stesse: e più simili cose proposte furono, tutte dirette al medesimo fine. In oltre asserisce il p. Giacomo Maria Figari nel suo *Trattato massimo delle Venete lagune* (dato alla luce nel 1714.) che converrebbe farne molti ad imitazione di certi canali di Amsterdam, l' acqua de' quali entra per una porta, ed esce per un' altra; e ciò si può facilmente fare con l' aiuto delle cateratte, mentre per altro potrebbe l' acqua anche entrare, ed uscire per amendue le porte. Per tanto è ormai manifesto, che la maggior parte degli scrittori promette molti vantaggi dall' accrescersi all' acqua la velocità.

CXCIV. E per vero dire, considerando tutte queste cose, concedo benissimo, che l' acqua quanto è più veloce, tanto più facilmente sollevi, e trasporti le particelle del fondo, su cui fluisce: conciossiachè una tale massima l' ho già stabilita anco sul bel principio del primo libro. Concedo, che l' acqua in quasi tutti li canali scorra con maggior velocità, che sopra li paduli delle Lagune; perchè la vasta superficie di questi ritarda nell' acqua il moto o semplice, o misto di pochissima altezza morta: e concedo, che più difficilmente si può trasmettere a questi ampj luoghi tanta acqua, quanta se ne ricercherebbe per la conservazione di un moto veloce, mentre all' incontro

nella maggior parte de' canali correndo l'acqua bensì con moto misto, ma con una maggiore altezza morta, non incontra essa tante superficie, che le si oppongano; oltre di che, la nuova acqua entrante più agevolmente ne' canali, mentre succede a quella, che se n'esce, può anche più facilmente risarcire ciò, che si perde di altezza viva, come si è di sopra (*CXVIII.*) indicato: e ciò pare alla velocità dell'acqua assai giova. Niente però di meno io sono per la parte di quelli, che di tali canali nuovi non ne fanno già molto conto. Imperocchè quanto debole non sarebb' ella la forza del moto prodotto dal flusso, se l'acqua dovesse con sì lungo viaggio giungere al Dolo? In quanto pochi anni si empirebbe di terra il canale tirato all'intorno delle migliori Lagune? E ciò anche più presto avverrebbe, se una delle rive del canale stesso sottoposta immediatamente fosse all'argine, da cui parimente circondate ne rimanessero le lagune (siccome alcuni vorrebbero, che oltre il canale, un argine si facesse: e ne ho parlato di sopra (*CXXVIII. CXXX.*) conciossiachè l'onde urtando, e percuotendo la riva, la corroderebbero; e ruinando questa, e sminuzzandosi la terra dalle acque piovane, a poco a poco tutto quanto egli fosse l'argine del canale sdrucciolerebbe: e se poi anche non si dovesse temere per parte dell'argine, riuscirebbero però non ostante dannosissime sì la terra, come le altre materie aggiacienti alle rive; e tanto più, quanto l'acqua si moverebbe lentamente nello stesso canale. Negli ordinarj canali non si dovrebbe considerare altra quantità d'acqua, che quella, la quale sia al di sopra della suprema superficie, che aveva l'acqua morta in quel punto di tempo, in cui principiò il flusso: sicchè stabilirono alcuni, che essi canali possano riuscire con molta larghezza utili più, che con molta profondità. Nè per accrescersi la profondità de' canali, cioè per accrescersi l'altezza morta, può certamente accadere, che l'altezza viva dell'acqua diventi maggiore; anzi accresciuta l'altezza morta de' canali, la velocità dell'acqua si diminuisce, come si può comprendere dalle cose dette (*CIX. CXIV.*) nel primo libro. E se queste cose si pongono con quelle a confronto, si scoprirà manifestamente quanto si scosti dal vero la maggior parte di quelli, che cercarono la proprietà del moto dell'acqua de' canali. Ma veniamo ora ai canali d'Amsterdam. Dalla loro descrizione io trovo subito, che essi troppo differenti da' Veneti sono, nè rettamente si può fare alcun paragone tra quelle cose, tra cui non passa una giustissima proporzione. Nella stessa maniera s'intenda doversi rispondere rispetto agli esempj presi dalle lagune di Comacchio, e ad altri di questa fatta, se ne venissero messi in campo.

CXCV. Ma ritorno ai canali delle Venete lagune, per considerare il caso, in cui si prolungassero sino agli ultimi confini delle lagune

migliori. Per mezzo di questi s'incamminerebbe l'acqua più liberamente a quella strada, che conduce al marè; e forse per una tal ragione scrisse Francesco Alberti, che da questi canali si può recare qualche vantaggio agli altri canali scavati per mezzo alle aperture de' lidi; ma che nessuna utilità però ne proviene ai paduli delle lagune. Non ostante io già non direi nessuna utilità, ma direi piccola utilità, e tale, quale non potrebbe conseguirsi se non con ispese esorbitanti. Che se si tratti di canali opportuni alla navigazione, a cavar questi poi, sì io penso, che convenga con la maggior diligenza applicarvi: conciossiachè, se non paresse utile il farlo attesa la quantità del fango, che levare si può, egli è manifesto, che giovevole sarebbe certamente riguardo all' opportunità de' luoghi, dai quali il fango si leverebbe. Se si tratti poi di piccoli canali, e di materie minute, saranno di poca rilevanza ancora le spese, e per sì fatte cose, e per molte altre eziandio io stimo, che convenga riferirsi al celebre Veneto Patrizio Bernardo Trevisano; il quale (nel suo *Trattato della Laguna di Venezia*, seconda edizione, stampata nel 1718. pag. 105., e 106.) stabilisce, che cosa utile sarebbe alle lagune lo scavare certe estremità di canali, il dirizzarne degli altri, e correggerne li torcimenti, e gli anfratti, l'aprir la strada ad alcune acque in certa maniera sequestrate, che non possono avere comunicazione con l'altre, il tagliare da certi paduli delle lagune alcune parti, che s'estendono fin dentro li canali, sicchè più facilmente si potesse ricevere qualche vantaggio dal moto dell'acque del mare: io stimo, dissi, che si debbano seguire tali massime, purchè non vi sieno quelle circostanze, onde può qualche volta avvenire, che l'acqua faccia bensì una nuova strada, ma non acquisti però una più vantaggiosa velocità.

CXCVI. Alcuni altri poi applicatisi allo studio delle medesime cose, intanto si accordarono con questi, cui piacciono li canali, in quanto si stabilisce, che una gran copia d'acqua si costringerebbe a passare per un luogo stretto; il che non potrebbe riuscire, se il mare non recasse aiuto alle lagune, e non somministrasse gran copia d'acqua; la quale entrando per molte, o per più ampie aperture de' lidi, dovesse poi rifluire per piccole, o per poche. E questa non è una opinione nuova: riferisce il Bertelli, che li più antichi Periti, impiegati dal Magistrato dell' acque, stimarono, che sarebbe utilissimo, se vi fossero solamente quattro aperture di lidi; due intermedie dirimpetto alla città di Venezia, e due altre estreme ne' termini de' lidi stessi; che le intermedie stessero aperte sempre, che l'estreme fossero solamente aperte in tempo del flusso del mare; ma poi nel tempo del riflusso si serrassero con artificiose mobili chiuse. Imperocchè da questo ne verrebbe, che quell'acqua, la quale entrata

fosse per quattro bocche, uscendo per due, fluirebbe con una forza molto maggiore. Alcuni hanno anche detto, che potrebbe ricavarsi un altro vantaggio nel tempo de' grandi flussi: perchè allora, chiuse due bocche, meno d'acqua torbida entrerebbe nelle lagune: nè mancarono alcuni asseveranti, che in questa maniera ne avverrebbe, che ritornando indietro l'acqua con movimenti diversi da quelli, co' quali eravi entrata, riuscirebbe meno dannosa a que' luoghi, in cui s'incontrano l'acque provenienti da due vicine bocche: luoghi detti volgarmente *Partiacqua*, che possiamo anche chiamare termini dell'acque.

CXCVII. Anzi il preparare una bocca, la quale ora sia aperta, ed ora sia chiusa per l'acque aventi la loro comunicazione con il mare, per una cosa sì naturale, ch'ella è venuta in mente alla maggior parte di quegli uomini ingegnosi, che di queste materie hanno scritto. Negli antichi tempi certamente in una simil maniera fu qualche comunicazione del mare con l'acque mediterranee stabilita; e riferirò a questo passo ciò, che M. Varrone (nel libro III. *de re rustica*) racconta: *Nella sua villa di Baia poi* (*dic' egli*) *aveva* (*Lucullo*) *tanta sollecitudine, che permise all' architetto di consumare tutto il suo denaro, purchè conducesse alcuni specchj dalle Piscine del mare con l' artificio d' un tale ostacolo, che due volte al giorno, dal nascer della Luna fino alla nuova susseguente, potesse l' acqua ed entrare, e ritornar di nuovo nel mare*. Ma gioverà meglio rivolgere li nostri riflessi a cose meno antiche, e più confacenti al proposito nostro. Il celebre p. Fournier nel secondo libro della sua Idrografia (la quale fu stampata prima nell'anno 1640, poi nel 1679.) lodò sommamente un artificio del genere di quello ora esposto. Per impedire, dic' egli, che il mare non otturi li porti con arene, o sabbie, non si può far cosa migliore, quanto procurare, che quando l'acque del mare portate dal flusso e vicino al porto, e dentro del porto sieno cresciute alla massima altezza (soggiunge, che si procuri all' acque marine che entrano nel porto, un luogo da estendersi, se sia possibile, da tutti i lati) allora o con cateratte, o con chiuse, o con altri artifizj, nella bocca del porto a questo fine costruiti, si trattenga l' acqua nel porto: quando poi nel fine del tempo del riflusso l' acque del mare si sieno abbassate, e quasi fermate, allora si apra l' adito all' acque nel porto trattenute, acciocchè la forza delle stesse rifluenti vaglia a strascinar seco quegl' impedimenti di arene, e sabbie, che avesse il mare radunate in vicinanza all' adito del porto.

CXCVIII. Ho inteso dire, che negli anni passati anche il già lodato sig. Guglielmini aveva proposto per le lagune Venete, che al mare si aprissero alcuni aditi nelle lagune in varj luoghi opportuni, e

si costringesse poi ad uscire per poche aperture. Prometteva egli, che certamente l' acqua uscendo dalle lagune in questa maniera, acquisterebbe da per tutto una maggiore velocità, ed in molti luoghi anche un corso più lungo di quello con cui di presente fluisce, e che si dovevano quindi sperare molti vantaggi. Anzi volendo io congetturare quali fossero li luoghi opportuni accennati, pensai che fossero certi aditi da forarsi ne' lidi, da aprirsi nel flusso del mare, e da chiudersi nel riflusso. Qualunque siasi stato il di lui pensiere, ho io sempre creduto, che non si debba riflettere a quelle grandi bocche di porti, che sono pure ad uso per le navi, ma ad altre minori aperture ne' lidi. E qui non ometterò di dire, che il p. Figari ultimamente asserì, che al medesimo fine (acciocchè una gran copia d' acqua passando con maggiore velocità per luoghi angusti, potesse corrodere più il fango, e portarlo fuori delle lagune) si debbono fornire di porte alcune bocche di comunicazione tra le lagune, ed il mare.

CXCIX. Ma prima che io parli più precisamente di una sì fatta maniera di recar giovamento alle lagune, confesserò di non aver tanto letto ne' citati scritti con avidità quali fossero li vantaggi delle bocche munite di porte da aprirsi, e da chiudersi a beneplacito, quanto di aver cercato con ansieta (ma però indarno) la forma per fabbricar le medesime porte. Conciossiachè stando io più volte su i lidi, ed osservando attentamente la forza dell' acqua, ch' entrava con impeto per le presenti bocche nelle lagune, mi è parso in vero troppo audace il pensiere di munir quelle bocche di porte; ed ho compreso, che la cosa porti seco tante, e sì grandi difficoltà, che se si tentasse, non potesse in fine riuscire se non dannoso, ed inutile il tentativo per un' opera, che facilmente (per dir breve) direi del genere delle impossibili.

CC. Con tutto ciò finger però voglio, che la mollezza del fondo del mare, la larghezza delle bocche, la grande profondità dell' acqua la violenza delle tempeste, e delle procelle non facciano veruno ostacolo nè a fabbricar le porte, nè a conservarle, fabbricate che fossero, nè ad aprirle, e chiuderle a beneplacito: ma dimando di grazia; si otterrebbero perciò que' sì grandi vantaggi, che per mezzo di queste porte ci vengono così liberamente promessi? Di più l' acqua vicina alle porte, che fossero chiuse, o lontana dalle stesse, che fossero aperte, acquisterebb' ella un corso abbastanza veloce? Questa medesima lontana acqua potrebbe giungere dagli ultimi confini delle lagune agli aditi aperti? Sopra li paludosi più lontani fondi non si moverebbe forse l'acqua più tardamente, che se fosse sempre libero il corso a tutta l' acqua? Per ispedirmi in poche parole, confesso maravigliarmi, che non sia stato punto avvertito ciò, che in questa

materia è della maggiore importanza. L'acqua ritornando indietro, ed uscendo con maggior velocità da poche bocche, se qualche cosa si fosse in esse fermata, con la sua forza la staccherebbe (pare, che a ciò abbia fatta riflessione il p. Fournier, come si può conoscere dalle cose (*CXCVII.*) dette di sopra) ma non migliorerebbe il porto. Perchè il porto diventi migliore, convien render migliore nel mare quel canale, il quale comunicando con la bocca del porto, e diffondendosi dentro alle lagune, somministra alle navi una stazione idonea, e sicura. Ma l'acqua delle lagune, uscendo dalle medesime con grand'impeto, non molto gioverebbe la parte interna del canale, e poco l'esterna, ed una tal acqua farebbe in certa maniera quel che fanno l'acque de' fiumi; le quali, rotta una qualche parte degli argini, si aprono da se medesime una nuova strada; e dove hanno apertura nelle campagne, scavano un qualche profondo gorgo; indi diffondendosi d'ogni intorno per le stesse campagne, non formano verun canale, nè veruno scavamento. Così parimenti l'acqua, che uscisse dalle lagune, scavando renderebbe più profonde le bocche de' porti; del resto poi non apporterebbe verun altro ragguardevole vantaggio. Anzi all'incontro l'acqua stessa in molti luoghi e fluirebbe con un moto più tardo, ed uscirebbe in copia minore di quella, in cui sarebbe escita per tanti luoghi, quanti stavano aperti quando ella entrò.

CCI. Conviene ancora avvertire con diligenza, che la forza dell'acqua corrente con moto misto, per escavare, ben assai differisce dalla forza dell'acqua corrente con semplice moto. Scorrendo questa per una sezione di larghezza costante, quantunque scavi, e renda il proprio alveo più profondo, non perde però se non o poco, o niente della sua velocità. Ma quella se scavi, se renda più profondo l'alveo suo, sicchè vi si contenga maggior copia d'acqua morta, dopo il medesimo scavamento diviene il moto di essa più tardo: imperocchè accrescendosi l'altezza morta, e non mutandosi l'altre circostanze (come d'ordinario succede in tale stato di cose) la velocità (*CXIV.*) si sminuisce, e si contempera il moto in tal maniera con l'altezza accresciuta, che si rallenta, e si estingue la forza di scavare. Quindi facilmente si scuopre quanto s'ingannino quelli, che considerano le proprietà del moto semplice dell'acqua, per calcolarne indi la forza di qualunque moto. Per certo quest'effetto del moto misto (del quale si dovrà far di nuovo menzione) è degno assolutamente di un attentissimo riflesso.

CII. Che se pure affin d'introdurre maggior copia d'acqua, si dovesse in questo fatto tentar qualche cosa, io nella mia opinione ancora persisto: cioè, che convenga non mutare quelle bocche de' porti delle quali principalmente abbiamo fatta parola; ma bensì che si

debbono costruire alcune caterratte, o porte ne' lidi, e queste distanti per uguali intervalli dai termini dell' acque, e dalle bocche de' porti: e queste sarebbero d' una possibile costruzione, e darebbero ingresso a maggior copia d' acqua, ed apporterebbero alcuni vantaggi mescolati con incomodi minori. Se l' arena del mare si potesse in qualche guisa rattenere, sicchè non otturasse queste nuove strade (perocchè di essa temo molto) accrescendosi in questa maniera la quantità dell' acqua viva, potrebbero le lagune nel moto misto ricever dal mare alcuni tali beneficj, i quali se si volessero sperare dalle porte da costruirsi nelle bocche de' porti, si lavorerebbe a fingersi una vana speranza.

CCIII. Resta ora, che parliamo degli effetti de' fiumi: effetti strettissimamente congiunti con quelli, de' quali si è parlato di sopra, e sono stati in gran parte da noi esaminati; però brevemente si può compir questo punto.

CCIV. Altri danni derivano dai fiumi, che sboccano in mare, ed altri dai fiumi, che sboccano nelle lagune. De' primi, e degli opportuni rimedj par che s' abbia già detto (*CLVII. ed altrove*) abbastanza. Per quanto s' appartiene ai secondi, i fiumi influenti nelle lagune pel mescolamento dell' acqua dolce con la salsa, e dell' arena di fiume con il salso fango, producono i canneti, e rendono più duro il fondo delle stesse lagune, inferendo altri danni di simil sorta, de' quali parimenti, e de' convenienti ripari si è a sufficienza di sopra (*CLVII. ed altrove*) ragionato.

CCV. Oltre di che le sporche, e torbid' acque de' fiumi portano seco nelle lagune molte immondezze; e queste appunto qui si debbono considerare. Se l' acqua rifluirà dalle lagune in quel tempo, in cui entra nelle medesime l' acqua fiumatica, questa non ritarderà il moto dell' acqua delle lagune; ma perderà però molto del proprio moto, quando troverà spazio per diffondersi nelle lagune ad ogni parte, e (direi quasi) per perdersi. Ma se l' acqua del mare entrerà nelle lagune in quel tempo medesimo, in cui anche l' acqua fiumatica v' entra, questa sarà cagione, che minor copia d' acqua marina potrà insinuarsi nelle lagune; la qual cosa ella è da se manifesta: e la quantità dell' acqua fiumatica, e marina unite insieme sarà alcun poco maggiore di quello che stata sarebbe, se essendosi altrove scaricata l' acqua de' fiumi, fosse entrata nelle lagune la sola acqua marina. Sarà però minore di quella quantità, che si comporrebbe dall' acqua fiumatica valevole ad entrare nelle lagune nel caso, che non vi fosse l' ostacolo dell' acqua del mare, e dall' acqua marina valevole ad entrare nelle lagune nel caso, che non se le opponesse l' acqua de' fiumi. Si debbono in oltre considerare i moti contrarj dell' acqua marina, e di quella de' fiumi, che secondo la proporzione

delle loro forze, e delle leggi meccaniche degli urti dei fluidi, in gran quantità si distruggono. E tanto più conviene por mente a queste cose, quanto che l'acque de' fiumi sogliono venir torbide, quando spira lo scilocco; spirando il qual vento si sciolgono le nevi delle montagne, e cadono molte piogge, e i flussi del mare sono più lunghi, che non (*CLXII.*) sono i riflussi. Per il ritardo adunque nato dal moto contrario dell' acque, ne dee succedere, che più facilmente si separino le particelle estranee, e dannose dell' acque de' fiumi, le quali sebbene da principio ponno fermarsi in luoghi non opportuni alla navigazione, ciò non ostante essendo in riflusso l' acqua delle lagune, vengono poi portate naturalmente ne' canali più utili, e ne' principali eziandio, che passano per l' aperture de' lidi. Lascio da parte gli altri danni risultanti dallo sminuirsi il moto dell' acqua nelle lagune; illanguidendosi il quale, egli è certamente di necessità, che più facilmente l' esalazioni nocive s' innalzino: conciossiachè l' acqua ha tanta forza di sollevar de' corpi anche dissimili, che sogliono i chimici umettare certe piante, acciocchè insieme coll' acqua si sollevino anche quelle particelle, che acquee non sono e che per altro non si alzerebbono, e così possono distillare: che se si sminuisca il moto dell' acqua, e li raggi solari si fermino più a lungo sopra le medesime parti dell' acqua, si elevano ben più prontamente, ed in copia maggiore con gli acquei vapori anco le esalazioni di rea qualità. E tanto basti intorno a' danni recati alle lagune dall' acque de' fiumi: imperocchè sebbene tali disordini grandissimi sieno, non vi è però bisogno di dilungare l' esposizione di essi.

CCVI. E più brevemente ancora parlare si può dell' invenzione dell' opportuno rimedio, il quale è tanto facile ad intendersi, quanto utile ad operarsi, e si adopera con una somma utilità. Questo consiste intieramente nel divertire dal seno delle lagune tutti affatto i fiumi (si considera solamente l' acqua dolce de' fiumi: perocchè chi vorrà badare all' acqua piovana, se in tutto un anno appena ne cada tanta nelle lagune, quanta ve ne porta il mare in sei ore di flusso, siccome ben dimostrano le osservazioni meteorologiche fatte in Venezia dal già lodato cel. signor Bernardino Zendrini?) Se poi come è certo il vantaggio di questo alleggerimento, così avessimo la maniera sicura di servircene, io intorno a questo punto non aggiungerei più una sola parola; ma in sì fatte operazioni, secondo la varietà de' siti, s' incontrano varie difficoltà, e però gioverà qui avvertire certe cose sempre utili, le quali, dopo che si avranno conosciute le circostanze varie de' varj luoghi, si potranno diligentemente osservare, per procurarsi que' comodi, che paiono potersi procacciare con l' arte.

CCVII. E primieramente conviene scegliere nelle spiaggie del mare un luogo opportuno, ove far la sboccatura del fiume da divertirsi dalle lagune. Sarà ben proprio il sito, se vicino ad esso avrà il mare molto fondo: imperocchè i fiumi, influenti in que' siti del mare, che han poco fondo, depongono dall'una parte, e dall'altra il torbido dell' acque loro, e fermandosi in certa maniera gli argini da loro medesimi si stabiliscono eziandio una strada più lunga. E ciò parve ad alcuni così uniforme alle leggi della natura, che arrivarono a dire, che nel principio vi furono nella terraferma li soli monti, e le sole valli, e che con l' andar del tempo calando poi l' acque dai monti, e cercando la strada di giugner al mare per li luoghi più bassi, gettarono esse ad ambe le parti della loro strada il fango, il limo, la sabbia, l' arena, e l' altre immondezze, le quali dipoi e formarono le pianure, e stabilirono gli argini agli stessi fiumi, ed il loro alveo determinarono. Comunque sia stata la cosa, giova moltissimo certamente il procurare, che la linea de' fiumi non si prolunghi; perchè non debbono le loro acque con la forza del solo moto misto scaricarsi nel mare, o almeno, se non possono avere che quel solo moto, si procuri però, che con quello non facciano un lungo viaggio. Convien anche a questo fine avvertire, che gli sbocchi de' fiumi non sieno opposti direttamente nè al vento più gagliardo, e solito spirare contro di quella spiaggia, nè al moto costante del mare, acciocchè l' acque de' fiumi non vengano spesse fiate rispinte dai contrarj movimenti de' venti, o del mare. Ma se l' uno, o l' altro di questi incomodi non si potesse schivare, e fosse tenue il moto costante del mare, stimo bene per molte ragioni, che si debba piuttosto esimersi dal moto perturbato, e violento del vento, che dal moto del mare. Ed in queste circostanze di un vento, che si oppone con veemenza bisogna investigare quali vantaggi ne possa il fiume ritrarre da molte bocche acciocchè anche quando incrudelisce potesse essere aperta all' acque del fiume un'altra strada, per cui scaricarsi nel mare. Si possono anche considerare le cose dette di sopra (*CLXXV.*) intorno alle foci de' fiumi.

CCVIII. E tali vantaggi si debbono bensì procurare, ma in guisa però, che la foce possa all' alveo servire; alla qual cosa parimenti convien badare con tutta la diligenza. E se i fiumi saranno più d'uno, gioverà l' unirli insieme più che si possa verso le sorgenti, affinchè ne nascano minori impedimenti dalle resistenze dell' alveo, e dalle rive, e così una maggior copia d' acqua acquisti una maggior forza al corso. Convien anche procurare, che il nuovo alveo sia retto, onde per esso corra il fiume per la via più breve, e più spedita; la qual cosa però si reputa come già eseguita da tutti con tanta diligenza, che (se degl'alvei l' origine non sia nota) gli alvei diritti de'

fiumi si giudicano fatti dall' arte, e gli obliqui, e tortuosi si credono fatti dalla natura. Di tutto il piano si dovrà scegliere il sito, che ritroverassi più basso acciocchè gli scolatoj delle campagne possano da ogni parte introdur nel fiume per li piani declivi l' acque loro. Perocchè persuasissimo sono, che in sì fatte cose si debba avere la prima mira alla pubblica utilità, ma nel medesimo tempo poi anche ai privati vantaggi, e che in questa maniera si faccia perfettamente il pubblico interesse. E tanto per i pubblici, che per i privati riguardi, dovrassi avere una distinta attenzione ai comodi della navigazione, e delle macchine solite a ricevere il moto dal corso dell' acqua, ed a tutte queste cose si dovrebbe pur far riflesso, quando i fiumi per un' altra nuova strada si drizzassero.

CCIX. Ma considerando io l' indole di certuni, parmi sentir chi dica, queste precauzioni o esser troppe da potersi tutte osservare, o esser ovvie da per se stesse, onde io abbia gettato il tempo nel noverarle distintamente. A questo tale però potrei rispondere, che io non propongo tutte queste cose, perchè sempre si eseguiscano tutte, ma perchè, secondo le congiunture, si scelgano quelle, che parranno più convenienti alle circostanze delle operazioni da farsi. Potrei ancora aggiugnere esservi alcuni, li quali non vedeno neppure le cose ovvie: di più che io amo meglio accennarle con quelli, che amano esse ovvie cose (vale a dire le leggi della natura, che dappertutto appariscano), piuttosto che metter fuori cose pellegrine con quelli, che non considerano punto le leggi della natura. Ma mettendomi io innanzi agli occhi queste difficoltà, forse cerco (come per proverbio dir si suole) il pelo nell' uovo, o con troppa ansietà mi vado da per me eccitando qualche molestia. Ma che? Se non possono non temere, che non crescano di giorno in giorno le obiezioni: conciossiachè mi sta fisso nell' animo ciò, che poco tempo fa ho sentito da un uomo non indotto raccontarsi. Questi non tanto si doleva, che certuni li quali non s' applicarono mai a questa scienza, ma bensì ad alcune altre, giudichino di essa ingiustamente, perchè non vogliono aver riguardo a quella scambievole, ed ammirabile connessione, che esiste, e regna tra varie scienze, e neppur vogliono usar almeno una prudente estimazione di esse; ma si lamentava anche più perchè vi sono ai dì nostri altri uomini, quali essendosi applicati con qualche studio a questa scienza, pure in certa maniera la sprezzano, ed eziandio ne fanno parimente un ingiusto giudizio.

CCX. Ma dove mi ho lasciato trasportare da queste cose? Mi rimetto in strada di bel nuovo: conciossiachè mi resta ancora a parlare de' vantaggi, che certi uomini dotti pensarono potersi ricever dai fiumi. Il p. Castelli nelle sue considerazioni (queste le mise alla luce verso l' anno 1641.) propone le osservazioni di quelli, i quali

si credeva, che avessero rilevato in quel tempo, che li paduli delle lagune nel riflusso del mare si vedessero in grandezza maggiore di prima. Indi egli stesso stabilisce, che ciò potè avvenire, o perchè fosse cresciuta la terra, o perchè l' acqua avesse mancato: quest' ultima causa però conchiude egli, doversi riputar per la principale, e di maggior peso: e siccome non era possibile il negare, che anche qualche accrescimento non fosse nato negli stessi paduli; questo però tutto lo attribuisce assolutamente all' arena, che vien portata nelle lagune per le bocche de' porti. Stabilisce adunque che per levare questi incomodi esser ponno utilissimi li fiumi, perchè dalla copia delle lor acque può esser resa più alta l' acqua anche nelle lagune, e può escavarsi il fondo delle medesime. E per lo innanzi essendo stato rivolto il corso del fiume Brenta in guisa, ch' egli scaricasse le sue acque non nelle lagune, ma nello stesso mare, trattandosi in quel tempo nel Senato di divertire dalle lagune altri quattro fiumi, fu decretato, che intorno a questo punto si dovesse più maturamente pensare; e ciò principalmente perchè il medesimo p. Castelli avea costituito come certo questo principio: cioè che se que' quattro fiumi, i quali si doveano divertire, introducessero nelle lagune una copia d' acqua minor di quella, che vi ci portava la Brenta; e se la quantità dell' acqua de' quattro fiumi, all' acqua, che vi portava la Brenta, avesse il rapporto di quattro a cinque, ciò non ostante diceva egli dover succedere necessariamente, che il calo dell' acqua nelle lagune per la diversione de' quattro fiumi doppio fosse di quello nato dalla diversione del fiume Brenta. Della qual cosa sebbene non ne adduse espressamente la ragione; ciò però, che egli in animo aveva, apparisce dalle cose in altri luoghi da lui espresse.

CCXI. Ora rispetto a queste cose, primieramente pare, che si possa a gran ragione dubitare della verità delle osservazioni fatte da quelli li quali insegnarono, che in quel tempo si poteva scorgere più quantità di paduli, che non si vedeva ne' tempi anteriori. E qui caderebbe in acconcio il dimostrare, che furono in grand' errore quelli, che sostennero acremente, ogni giorno più scoprirsi li fondi delle lagune, e sempre più accrescersi notabilmente. Molte cose si potrebbero unire per ribattere le opinioni di questi tali; ma io non lo farò, sì perchè molte ne scrisse contro di loro dottamente, ed eruditamente il sopraddetto Nobil Uomo Bernardo Trevisano, sì perchè adesso il mio fine non è di cercare, se lo stato delle lagune Venete si muti, o nò: ma mi sono proposto bensì di dimostrare quale sia nelle lagune la natura del moto dell' acqua, ed in qual maniera tanto lo stesso moto quanto l' altre cose, che non si possono omettere, vagliano a giovare alla conservazione delle lagune medesime. E neppur avrei conceduto di buona voglia al p. Castelli doversi conchiudere,

che l' acqua fosse mancata per la maggior parte, piuttosto che si fosse accresciuta la terra: imperocchè se ciò fosse avvenuto, sarebbe stato noto in Venezia non a pochi solamente, ma alla maggior parte degli abitanti; mentre la maggior parte avrebbe senza dubbio fatta riflessione all' acqua, che dentro la città non sarebbe arrivata più a toccare gli antichi segni già noti; eppure non si racconta già, che ciò sia stato da molti osservato.

CCXII. Rifletterò piuttosto alla proporzione del Castelli, asserente, che si doveva introdurre più acqua, che si potesse nelle lagune, perchè la stess' acqua diventasse più alta, e perchè, accresciuto il moto, avesse più forza di escavare li fondi; ma non esprime però egli quanto si potesse far diventar l' acqua più alta, nè quanto avesse potuto accrescersi della medesima il moto: conciossiachè la cognizione dell' una, e dell' altra cosa (per la maggior parte) consiste nel rilevare la velocità, che tutta l' acqua delle lagune fluente con moto misto avrebbe acquistata, se altra nuova acqua si fosse introdotta nelle medesime. Al qual punto non fece riflessione il Castelli, mentre egli stabilì, che il calo, nato dal levarsi le quattro ultime parti, sarebbe riuscito maggiore del calo prodotto dall' essere state levate le cinque prime, onde apparisce (come è anche manifesto dal corollario II. della seconda parte dell' opera scritta dal Barattieri) apparisce, dissi, che il calcolo fu instituito, non altrimenti che se quelle nove parti d' acqua, corse fossero con semplice moto.

CCXIII. Ma si doveva in oltre far distinzione con diligenza tra il tempo, in cui l' acqua marina entra nelle lagune, ed il tempo, in cui da esse ne sorte. Quando l' acqua del mare entra, non può uscire l' acqua proveniente dai fiumi, ed allora dall' acqua de' fiumi si accresce bensì la quantità dell' acqua nelle lagune, ma s' impedisce però molta altr' acqua, la quale per altro sarebbe provenuta dal mare nelle lagune, come già si è (*CCV.*) detto.

CCXIV. Nel caso poi del riflusso, per conoscere qual forza potessero avere l' acque de' fiumi introdotte nelle lagune, si dovea prima investigare l' accrescimento della velocità prodotta dall' acqua de' fiumi, facendo riflessione non solo alla nuova acqua, ma anche a tutto il resto dell' acqua tanto morta, quanto viva. Si doveva osservare con la maggior possibile accuratezza quanta altezza morta, e quanta altezza viva si dovesse computare; indi calcolata l' acqua de' fiumi, si dovea cercare quale altezza, e qual velocità potessero mai avere sì l' acqua de' fiumi stessi, come l' acqua viva, correnti con moto misto. Ma non essendo stati fatti tutti questi computamenti, certamente che intrapreso fu il viaggio per una strada, la quale non era punto la vera: conciossiachè, correndo realmente l' acqua con moto misto, vale

a dire sopra un' acqua, che per altro sarebbe stata stagnante, e quella movendo questa, e a quella, e a questa (s' io non m' inganno) si doveva aver riguardo. Nè fa qui di bisogno, che io mi spieghi, che non intendo parlare de' piccoli fiumi entranti nelle lagune più grandi; e nemmeno de' fiumi più grandi influenti in mediocri, o picciole lagune, valevoli a produrre un moto celere, e perenne nell' acqua, che corre al mare (il qual moto in tali circostanze utile riuscirebbe); ma ch' io parlo in riguardo alle circostanze delle Venete lagune, che considerandosi in quella prima costituzione, avanti che i fiumi fossero dalle medesime divertiti. Poste le quali cose, non è credibile, che in queste lagune vi sia tanto accrescimento di acqua, quanta è l' acqua de' fiumi influenti nelle medesime: conciossiachè se molt' acqua fiumatica entra in esse, è però anche (come poco sopra indicammo) indietro rattenuta dalle stesse molt' acqua marina, la quale per altro vi sarebbe entrata: la qual cosa non credo, che sia stata avvertita dagli oppositori alle diversioni de' fiumi; ma se io poi m' inganno nel creder così, e quegli abbiano fatte le proposte riflessioni, per qual ragione poi non volessero divertiti i fiumi, io non l' intendo punto.

CCXV. Forse la maggior parte furono del numero di quelli, cui la dottrina dell' acque correnti vile diviene a paragone della sperienza, i quali però debbono necessariamente confessare una di queste due; cioè, che le leggi de' movimenti dell' acqua o furono stabilite dalla natura in una certa maniera costante, o in una maniera incostante. Se dicono in una maniera incostante, a che dunque gioverà l' esperienza? Come mai (Dio buono!) da quelle cose, che si videro prima, si potrà far giudizio di quelle, che succeder devono dipoi, mentre non si saprà punto, se l' acqua sarà per avere il moto anche dipoi nella medesima maniera, che l' aveva prima? Ma se all' incontro vogliono, che le naturali meccaniche leggi de' movimenti dell' acque sieno costanti, ben è necessario adattarsi ad una evidentissima certa proposizione, che è questa: di quelle cose, delle quali vi sono le cause certe convien cercarne la scienza. Per tanto gli spregiatori della scienza si riducono a questo passo, che o debbono far poco conto della sperienza medesima, o conoscere la necessità della scienza, la quale non si cava già da quelle idee, che si fingono gli uomini (come favoleggiarono esser nata Pallade dal cervello di Giove), ma dagli esperimenti, e dalla contemplazione della natura. Di quelle operazioni poi, che per essere trascurata la scienza dell' acque correnti, si fanno alle volte più dannose, che utili, io non aggiungo parola.

CCXVI. Altri forse troppo poca diligenza usarono per esaminar quelle cose, e ponderarle con la dovuta riflessione. Forse quelle cose

furono dette per una certa pregiudicata opinione, la quale in certi casi può tanto, che anche senza ragione, vale di alcuni antichi proverbj l'autorità. Egli è fuor di dubbio, che non solo a nostra memoria, ma in ogni tempo moltissimi credettero, che la forza de' fiumi influenti nelle lagune avesse un grande momento. Laonde il p. Figari affermò senza veruna esitanza, che rimossi li fiumi dalle lagune, non può non nascere la produzione di un letto arenoso tale, che l'acque nel riflusso non vagliano punto a smoverlo, ed a distruggerlo. Ma ciò non dovea proporre senza aggiugnervi le prove: si doveva almeno con una qualche conghiettura tentar di spiegare il modo, con cui la forza dell' acqua de' fiumi, corrente con moto misto, potesse acelerare le acque delle lagune. Indi lo stesso Autore, perchè i fiumi appertar possano alle lagune un più grande vantaggio, suggerisce, che l'acqua de' fiumi, per via di canali, e di porte fattevi apposta, si faccia entrare nelle lagune, quando è pura, e che quando è torbida, si debba tenerla indietro. Lascio da parte ciò ch' egli accenna intorno al derivarsi l'acque de' fiumi con nuovi canali principianti sino dalle vicinanze de' monti; ma non posso già tralasciare, che anche con queste tali maniere nel tempo del flusso del mare si sminuirebbe il moto dell' acqua.

CCXVII. Mi fermerò io pure (per un momento) in questo proposito: sì perchè io reputo essere la cosa in se stessa meritevole di qualche riflessione; sì perchè in questa maniera finalmente si potrà dire, che la materia sia stata riguardata secondo tutti i punti di vista. Io penso adunque, che si debba considerare quanto vantaggio possano recare i fiumi, se alcuni canali si derivassero da essi verso que' luoghi delle lagune, dalla costituzione de' quali si ottenesse, che il viaggio dell' acqua riuscisse più breve, e l'applicazione del moto più vantaggiosa: conciossiachè questo punto del moto, di cui si è altrove non oscuramente trattato, par che si debba moltissimo stimare; vale a dire che si debba avere non solo riguardo alla forza del moto dell' acqua, ma che ben convenga anche considerare con diligenza la situazione della terra, a corroder la quale si sia per applicar l'acqua: mentre che l'acqua operi variamente, secondo la varietà degli angoli, secondo i quali essa urta negli altri corpi, ella è cosa (come suol dirsi) più chiara della luce del mezzo giorno. I medesimi canali poi si munirebbero o con cateratte, o con porte, o con amovibili macchine di altra sorta: e l'acqua de' fiumi quando fosse pura si potrebbe conservare, e rattenere tanto, quanto l'acqua del mare nelle ore del flusso si diffonde per le lagune, acciocchè la stessa non facesse alle medesime alcuni de' danni già mentovati; ma quando l'acqua a retroceder dalle lagune cominciasse, aperti, o levati allora gli ostacoli, l'acqua de' fiumi avrebbe libero l'adito

nelle lagune, di modo che aggiunta all' altra viva accrescerebbe in esse lagune (a proporzione della sua quantità) il moto misto di tutta l' acqua.

CXXVIII. Della natura del qual moto, e delle Venete lagune, che furono proposte come un grande esempio, sieno dette per ora queste cose, acciocchè più chiaramente apparisca, essere la cognizione della natura del moto medesimo una cognizione utile, e vantaggiosa.

FINE DEL SECONDO LIBRO.

DELLE PESCAIE, O CATERATTE
DI LATI CONVERGENTI
PER LE QUALI SI DERIVANO L' ACQUE DE' FIUMI
E DELLA FORZA DELLA PERCOSSA
LIBRO UNO
DEL MARCHESE GIOVANNI POLENI.

I. Giacchè applicarsi conviene con qualche sorta di particolar diligenza a quelle parti di qualunque siasi dottrina, purchè degna di nostra applicazione, alla considerazione delle quali abbiano gli uomini o nulla, o pochissimo per l' addietro atteso: per questo dopo d' aver in certa maniera ritrovata, e trattata quella parte della dottrina dell' acque correnti, la quale al moto misto dell' acqua appartiene, meco stesso presi consiglio di porre lo studio, e il pensier mio nell' ore disoccupate in qualche altra parte della stessa dottrina, che non fosse stata per anche presa per mano, e spiegata da verun altro. Nè occorse già, ch' io molto nella ricerca d' una tal parte m' affaccendassi. Da per se stesso senz' altro mi si offerse da considerare il moto dell' acqua, la quale scorra per una pescaia, che abbia i lati convergenti; e questo poi a ponderare indussemi anche il moto dell' acqua, che scorra per un canale, di cui una bocca sia più capace, l' altra più angusta: nello spiegare il qual moto, come supposi (per quanto mi può esser noto) non essersi mai alcuno applicato, così pensai potersi questo prendere per una parte novella, ed intatta della dottrina appartenente al corso dell' acque; e per conseguenza cosa fruttuosa poter riuscire l' esporla nella miglior maniera, ch' io sapessi.

II. Pertanto ritrovato il soggetto, posi mano all' opera, e tutto quello, ch' io pensai, e che feci in questo proposito, nel presente libro fu da me posto così. Primieramente (e queste serviranno come di premesse) dimostrarsi, molti fiumi essere stati fatti dall' arte; l' arte medesima non solo aver formati a tali fiumi i loro alvei, ma eziandio aver procurato, e procurare in varie guise, che i detti fiumi dagli alvei loro non uscissero, e ciò o col fabbricarvi degli argini, o coll' accrescere il troppo lento moto dell' acque, o collo

sminuire il troppo celere, o col diramare la piena dell' acqua per via di nuovi canali: e di queste diramazioni tale per lo più è l' artificio, che per mezzo di certe pescaie, lavorate negli argini stessi, nei nuovi canali vengano l' acque a sgorgare: ed a quest' ultima maniera, ed in questa particolarmente alle proprietà delle pescaie, che hanno i lati convergenti, fu mio pensiere d'applicare (stimolandomi anche una certa difficoltà particolare della cosa stessa). In secondo luogo, dovendosi sapere quant' acqua per somiglianti pescaie passi, raccontansi parecchi sperimenti, che aver sembrano del mirabile, e del nuovo; come sarebbe a dire, dai lati de' canali, o sieno molto, o sieno poco convergenti, sempre alterarsi alquanto le quantità dell' acque, che vi scorrono: di più l' acqua, che esce da un nudo forame, più ristringersi, che quella, che esce da una doccia; e ciò, che recar può più di meraviglia, per un nudo forame sortir assai meno d' acqua di quel che facciasi in pari tempo per una doccia, la cui bocca sia di pari diametro a quello del forame; conservarsi ciò però non ostante la proporzione stessa tra le velocità, e le altezze dell' acqua nel vaso, tanto per rispetto alla doccia, che al forame. Dalle quali cose ben chiaro può apparire, come per calcolare l' acqua fluente per simili pescaie, debbano porsi i fondamenti; il che io aveva in animo già di fare. Finalmente andando l' acqua, che vi scorre, a battere ne' lati delle pescaie medesime, si cercano tanto i momenti delle percosse, che varie sono, quanto le forze, che hanno le particelle dell' acqua, che vi scorre, o sia la quantità degli effetti interi, che produr possono quelle particelle d' acqua, finchè sono in moto, a proporzione della velocità, che tengono: nel qual incontro sciogliesi con un chiaro sperimento la celebre, e tra d' uomini dottissimi agitata quistione molti anni fa sopra le forze de' corpi mossi; interpostevi alcune cose sopra il moto de' corpi proveniente dalla percossa dell' uno nell' altro. Sono aggiunte cert' altre cose appartenenti alla ragione del perchè le forze proposte sieno tali, quali le abbiamo determinate.

III. Se palese ci fosse quale stata sia degli alvei de' fiumi l' origine, più agevolmente ancora ci si paleserebbono molt' altre circostanze, le quali assaissimo facilitar la dottrina dell' acque potrebbero. Ma questa è una cosa, che sperar non occorre: essendochè al proposito di tale origine chi una, chi un' altra ne disse; e non v' è uno, che cosa di certo, e di fermo stabilisca. Alcuni son di parere, che nati sieno per la maggior parte i fiumi come da un certo cangiamento casuale tra gli acquosi, e gli aridi luoghi, per la qual vicissitudine stimano mutarsi col passar de' secoli la faccia della terra; la quale opinione non ponno quanto basta sostenere, falso essendo il principale argomento loro, preso dall' eternità del mondo. Pare ad

altri cosa più vera esser nati per la maggior parte i fiumi insieme col Mondo stesso, fatti appunto da Dio Signore allora che l'acque separò dall' acque, ed acconciò l' elemento dell' acqua a questo Globo, che noi altri abitiamo: ma questi tali avran forse dalle sacre carte alcun sodo argomento, cui appoggiar simiglianti loro asserzioni? Vi furon anche di quelli, che vollero, dopo varie mutazioni dall' universale Diluvio cagionate in questa nostra terra, in uno stesso tempo essersi da certo distaccamento delle parti esteriori della terra formati e monti, e valli, e mari, e laghi; indi poi le acque piovane correndo per l' ingiù de' monti, e pe' luoghi più bassi delle valli, quando aver accresciute le valli stesse col portar seco delle parti di terra, quando col loro scorrere aversi formati degli alvei, pe' quali recarsi finalmente al mare: e tali acque, che corrono in questa maniera, essere state chiamate fiumi. Ma che cosa può dirsi di certo? Che cosa, salvo dalle conghietture, e queste anche non molto chiare, può portarsi in campo?

IV. Dove si tratti di cercare le origini delle cose naturali, mi piace, che riducasi alla memoria quel sentimento del celebre Cristiano Ugenio (benchè gli si possa fare talvolta qualche eccezione): *A me, dice quell' uomo valentissimo, sembra che avremo fatto qualche cosa di considerabile, se saremo giunti a capire il come vadano le cose, che sono esistenti nella natura, dalla qual cognizione siamo pure per anche di molto lontani. Che quanto poi al come sieno state fatte, ed abbiano cominciato ad essere ciò che sono, io stimo essere questa una cosa, la quale non sia possibile in modo alcuno all' umano ingegno l' intenderla, o il giugnerla per via di conghietture.* Fia dunque espediente il determinare così; che quelle cose, le quali intorno alla natural origine de' fiumi altri dissero semplicemente sul verisimile, non servano di regole, con cui misurar dobbiamo le derivazioni, e l' unioni dell' acque.

V. Seguono alcuni altri, che credono gli alvei de' fiumi per buona parte essere stati fatti a lavoro di mano; e così credono specialmente per le ragioni seguenti: appunto perchè l' acque di nuove fontane non si scavano già un alveo nuovo; ma sibbene scorrendo per le campagne di sito più basse, qua, e là per ogni verso si spandano; perchè presso alle sorgenti di molti fiumi v' ha de' laghi, all' acque de' quali pare, che sieno stati aperti dall' arte i varchi per gli alvei de' fiumi stessi, acciocchè finalmente que' laghi, non avendo per dove sortire, non istraboccassero a danno di tutti i paesi circonvicini: perchè si posson addurre chiarissimi esempj dalle storie di opere grandi fatte dall' arte, affine o di voltare in altra parte l' acque, o di derivarle in un' altra. Tale fu la derivazione del gran fiume Flavo fatta da' popoli Seri; la diversione di buona parte dell' acqua

dell' Eufrate, affine d' irrigare campagne vastissime; il rivolgimento del medesimo nelle fosse, nel tempo che costruivasi il ponte; la derivazione del lago Fucino, o sia di Celano; le fosse per le quali andavi a metter capo nel mar Rosso il Nilo; ed altre molte da accoppiarsi colle già dette, tra le quali ve n' ha alcune, che in questi nostri tempi non si sa in qual età, e in qual maniera sieno state fatte.

VI. Su di che se ci volessimo fermare con un poco d' attenzione, o nulla, o almen pochissimo sia, che acquisteremmo di cognizione intorno alla prima origine naturale de' fiumi: verremo bene a conoscere molte acque portarsi alla loro meta per vie non già dalla natura ad esse destinate, ma dalla mano degli uomini fatte. E questo è un punto, che disegnando di dire qualche cosa di nuovo intorno a tali acque correnti, dobbiamo ben ponderare, e cercar con diligenza (ne' casi particolari) se stata sia la natura stessa, ovvero l' arte emulatrice della natura quella, che all' acque fece fare tale strada. Il che chiarito che sia, verremo a ricavare questo vantaggio, di sapere, se uopo sia volgere l' applicazione, e mente nostra soltanto all' acquisto de' comodi presenti, oppure al pensiero ancora delle cose antiche: conciossiachè se per via naturale hanno l' acque naturale il corso, converrà considerarsi la natura del luogo, e del moto; ma se scuoprasi, l' acque per forza d' arte tener il corso loro dentro di alvei fatti a mano, non basterà considerare, come pria, la natura del luogo, e moto dell' acque, ma in oltre bisognerà riflettere alle cagioni, per le quali l' arte una volta fece quell' opre, e dell' acque mutò il corso.

VII. L' uso della navigaziane, e la condotta a più luoghi, gli adacquamenti delle praterie, e campagne; per lo contrario anche l' essicazioni delle campagne, e l' uscita facile delle piogge, e degli scoli, i giuochi d' acque, e il lavorio delle macchine, ed altre cose simili bene spesso muovono gli uomini a procurare coll' arte que' comodi, che da tali cose sogliono ricavarsi. Pertanto quando fia d' uopo lavorare qualche cosa di nuovo iu que' luoghi ne' quali pria sieno stati fatti a mano gli alvei per raccorre l' acque, converrà riguardare ciò, che poc' anzi si è detto, affine che se debba l' arte o rimetter in istato la forma antica delle cose, o introdurne una nuova, meglio possa effettuarsi il disegno, quando capita la ragione dell' opra vecchia, si capirà ancora quali cangiamenti nell' opra medesima dalla lunghezza del tempo sieno avvenuti.

VIII. E questi comodi rimarcabilissimi giudicammo necessario dimostrarli qui, a fine d' avvertire, che convien avere sotto l' occhio non solamente l' opere della natura, ma eziandio quelle dell' arte. Per altro queste cose sono state indicate, per mio avviso, chiaramente

quanto basta; poichè ognuno, che a memoria le tenga così esposte in universale, potralle facilmente da per se stesso acconciare a questo, e a quel proposito da trattarsi in seguito, cui parrà, ch' esse convengano.

IX. Passo ora a que' capi, che sopra tutt' altro convien osservare; e questi sono il torbido dell' acqua, e la copia della medesima. E primieramente porto parere, che indarno l' arte tenterà di far qualche cosa contra le leggi naturali de' moti, dalle cui forze sono trattenute come sospese le parti limose dell' acqua, per quanto porta la natura di tali parti, e moti; come anche in darno tenterà, se fia che il tenti, di romper la natural proporzione, che passa tra la copia dell' acqua, e la velocità della stessa. Perciò l' industria dell' arte tentar non dee di trarre a forza la natura a quelle cose, che far disegna l' arte stessa, ma sibbene di accoppiar l' industria sua in maniera colle leggi, e regole della natura, che questa, presa per compagna nell' operare, faccia per così dire di buona voglia, e come spontaneamente ciò, che si vuol fare. Questo però non essendo a portata del volgo, e lasciandosi il volgo stesso sopra tutto prendere dall' apparenza delle cose ammirabili, facilmente n' avviene, che l' avra popolare favoreggi quella gente, che vantasi di far fare alla natura, voglia, o non voglia tutto quello, che le sta in grado.

X. Ma mi rimetto in sentiero: poichè a considerare l' ultimo capo, cioè la copia dell' acqua, il disegno, e scopo mio mi chiama. Se fia, che l' alveo di qualche lago, fiume, o fossa tenga soverchio d' acqua, i rimedj che v' ha, possono a quattro capi supremi ridursi.

XI. Ecco il primo: se v' è pericolo, che l' acque per la piena soverchia o superino le campagne, o sormontino (se ve n' ha ad esse opposti) li ripari, sarà bene scavare gli alvei, onde più profondo il letto riesca: sarà bene farvi degli argini nuovi, oppure, secondo che ricercherà il bisogno, fortificare, ed accrescere gli antichi con cespi, con terra, e con pali. Nel che sarà buona cosa ricordarsi, che la sommità dell' acqua ha poca forza: sicchè per rattenere le acque, che già ridondano, e traboccano, non ricercherassi maggior copia di terra di quella, che suol gettar fuori facendo il solco l' aratro, con cui arasi la sommità dell' argine: all' opposto succede in que' luoghi, dove son alte l' acque. Qui non tanto deesi guardare che cosa convenga porre sopra gli argini, a fine che l' acque di sopra non li sormontino, quanto che cosa sia mestieri aggiugnere alle parti più basse dei detti argini, a fine che dall' acque al fondo più vicine, ed accompagnate da impeto più forte, non vengano rotti gli stessi argini.

XII. Il secondo rimedio è questo: se venga ritardata in qualche

parte l' acqua, e per conseguenza, restando la celerità sua sminuita, ne cresca la copia, tornerà bene il procurare, che l' acqua facciasi più rapida: così meno facilmente ella s' innalzerà. Il modo poi d' accelerarle il corso sarà col nettarle da impedimenti l' alveo, col tirarvi delle fosse a retta linea, onde levinsi le tortuosità, li raggiri, e gli anfratti, e si sminuiscano, coll' aprire, e col rendere più facile la via per le sboccature de' fiumi (della qual cosa parlammo a lungo nel secondo libro del moto misto dell' acqua); sicchè l' acqua meglio possa calare, e scorrere al luogo più basso, a cui tende.

XIII. Siami lecito replicar in questo luogo una regola assegnata da me nel libro or ora citato; ed è, che a proporzione dell' ampiezze de' luoghi s' aiuti il moto dell' acqua, dove l' alveo non è molto declive, non già così dov' egli è declive assai: della qual regola circa la prima parte spettante all' aiutar i moti, essendosi poc' anzi (*Art. XII.*) parlato, resta, che dalla seconda parte prendiamo il terzo rimedio per rattenere la copia soverchia dell' acqua. Il rimedio adunque sarà un qualche impedimento (come sarebbe a dire una qualche costruzione di muri perforati, molti archi di pietra), per cui verrà a rallentarsi dell' acqua il corso veloce, sicchè precipitosamente non si conduca per que' luoghi declivi, in cui o dalle falde de' monti, o dagli alvei molto profondamente sotterra scavati, in maniera è contenuta, e racchiusa, che non reca pericolo ai circonvicini paesi d' inondamento, tuttochè gonfia s' innalzi. Non è già nuova questa sorta di rimedio. Vi si scorgono anche al dì d' oggi nel fiume Chiana grossi avanzi di muraglie fatte fare una volta da' Romani, le quali sembran essere state fabbricate non tanto per modo di riparo, quanto per temperare l' impeto dell' acque, che vengono dalla sorgente. Dell' usare questo rimedio in certe acque rapidissime, come de' torrenti, metteranno qualche pensiere forse non inutile coloro, che da molto tempo hanno l' impegno di ben regolare il corso di tali acque. Che poi tra tutti li corsi del fiume dalla sorgente fino all' ultima meta debba ritrovarsi una egual proporzione, egli è tanto certo, e tanto chiaro, ch' io, benchè per necessità, pur quasi contro voglia l' inculco.

XIV. In ultimo luogo: se si scavino delle fosse, per cui possono l' acque de' fiumi scaricarsi, dalle dette fosse avrassi un rimedio a quegli incomodi, che dalla soverchia copia d' acqua nascono, allora quando la capacità de' fiumi non è tale, quale vaglia a contenerne la piena. Queste fosse, chiamate volgarmente diversivi, io le chiamo fosse di diversioni. Io crederei, che avrebbero potuto chiamarsi in latino *emmissaria*, poichè da Svetonio fu detta *emissarium* quella fossa, per cui il lago Fucino derivossi.

XV. Il cel. padre Atanasio Kirchero parlò nel libro intitolato *Latium* a car. 260. d'un altro uso di tali fosse: *Dissi di sopra*, sono parole sue, tradotte dal latino nell'Italiano, *doversi fare a' fiumi principali di qua, e di là delle fosse laterali: a queste pertanto costruiscansi delle cateratte di legno, a fine che per mezzo di esse, quando fia d' uopo nettare, e curare il fiume, divertite l'acque del medesimo nelle fosse laterali, lo lascino poco meno che in secco; e così coll' aiuto di operai a perfezione si netti, e curi l' alveo, se n' estragga il pantano, sterpinsi le radici, e nel tempo stesso gli argini, di qua, e di là ammucchiandovisi gli escrementi, ricevano un notabile accrescimento. Il qual modo fra gli altri, perchè il più a proposito per rimondar le fosse, io pensai convenir d' usare, come autenticato dall' uso, e dalla spgrienza di molte nazioni*. Ma grande essendo la difficoltà per fare una simil opra, e non menzionando il Kirchero a nome coteste molte nazioni, basti l' aver qua trasferite le parole di quell' autore.

XVI. Nè più lungo vorrò io essere nell' esporre l' artificiosa utile maniera di fare, che taluno possa divertire per le fosse delle diversioni tant' acqua quanta converrebbe, che straboccasse nel tempo, che i fiumi corrono troppo gonfi per lo smoderato accrescimento dell' acque. Perciocchè non mancano di quelli, che stimano tali fosse, fuori del caso accennato (benchè sieno le aperture ne' lati de' fiumi men alte degli alvei de' fiumi stessi) essere pregiudiziali sì alla navigazione, se tal volta le stesse fosse sminuiscano la necessaria quantità d' acque, come alla conservazione de' fiumi, per cui la velocità ricercasi, e la copia dell' acqua. Pertanto s' avvisano alcuni, potersi a questi inconvenienti ovviare col poc' anzi detto artifizio; cioè se si costruiscano dinanzi alle imboccature delle fosse tali impedimenti, quali si possano aprire, e chiudere, come cateratte, o porte, o strutture di travi soprapposti l' uno all' altro, levati i quali impedimenti quando sia d' uopo, si conduca altrove dal fiume per le fosse quella quantità d' acqua che per altro sarebbe per cagionare dannosi effetti.

XVII. Ma la figura, e la grandezza di queste aperture, che poc' anzi nominai, e de' luoghi, pe' quali fannosi passare dal fiume immediatamente l' acque, sono d' una somma importanza: che poi per conservarle la lunga durata, sia necessario con qualche mole trattenere il corso dell' acque, che passar vi debbono, è più chiaro della luce. Se dal fiume AG (*fig.* 10. *tav.* 1.) derivar convenga una qualche parte d' acqua per la fossa BH là, per dove l' acqua del fiume ha il primo suo ingresso CIRD nella fossa, debbono per due cagioni farsi dei ripari; primieramente a fine che entrando l' acqua con impeto gagliardo nella fossa, non corroda le sponde CI, DR, e per

conseguenza non apra la strada agl' inondamenti: secondariamente a fine che fissata la quantità d'acqua, che vuolsi tirare per la fossa, le si faccia un lume e per larghezza, e per altezza proporzionato, di cui stabile sia, e soda la fermezza. Que' luoghi, pe' quali si tirano l'acque immediatamente dall' alveo del fiume, sono chiamati in latino *Incilia* da Columella nel lib 5. *de re rust.*, e da Ulpiano L. *Praetor ait I.* nel §. *secta ff. de Rivis*. Noi però in italiano daremo il nome di pescaia al lume CIRD fornito de' suoi ripari, di cui poc' anzi si è detto, per motivo de' ripari stessi, che vi tengono le parti, e per una certa simiglianza, ch' egli ha con alcune altre fabbriche, le quali pure pescaie si chiamano: la parte per la quale entra l'acqua del fiume nella pescaia, si dirà ingresso della pescaia; l'altra parte EF del lume, per la quale dalla pescaia esce l'acqua nella fossa, sarà detta bocca dell' uscita. Potendosi poi dare varie figure a varie pescaie, noi considereremo soltanto quelle delle quali i lati CI, DR sono piani, e posti a piombo, e che nell' ingresso CD sono tra di loro più distanti, che alla bocca della uscita EF, onde saranno appellati convergenti, per questo appunto; perchè, se si prolungassero tutti e due anderebbero a terminare in una linea stessa posta a piombo.

XVIII. Avviserò qui esservi certe pescaie, che hanno convergenti i principj de' lati (come nella fig. 12.) CE, DF; ma diversa posizione però da questi hanno le prossime parti EN, FO. (Io ne osservai nel libro intitolato *Petri post Architectura* delle immagini di simiglianti pescaie, nelle quali sono rappresentate ancora delle cateratte fattevi a fine che certo lago, o fiume abbia comunicazione col mare). Quando l'acqua entra per l'ingresso CD, benchè picoola fosse la lunghezza delle parti CE, DF, dovrebbe non ostante riputarsi come una pescaia di lati convergenti quella parte CEFD della pescaia.

XIX. Benchè poi, avendo io fin qui discorso in universale sopra la direzione dell' acque, già io m' accorga sembrare, che io abbia tirato il parlar mio più a lungo di quello, che il proposito richiedesse; voglio contuttociò sperare, che le persone di senno, e d' intendimento non conteranno le cose dette per aliene dal mio scopo; sapendo io specialmente non ricercarsi da' leggitori benigni, che ogni cosa in maniera s' assomigli ad esso scopo, come se tutto fosse escito (per dir così) dal uovo medesimo. Perciò di questa libertà mia di scrivere e sperai, e spererò da qui innanzi medesimamente un cortese compatimento.

XX. Ritorno alla pescaia CEDF (*fig.* 1. *tav.* 1.) che ha i lati convergenti; ed essendosi detto (*XVII.*) di sopra farsi le pescaie per due rispetti, perchè servano come di certa misura di quant' acqua si

vuol divertire per le fosse, e perchè nel tempo stesso resistano alla violenza dell' acque, che v' entrano impetuosamente; mi fo ora a ricercare, quanto a tutto questo giovi la figura della proposta pescaia. Ma poichè molti sono i capi, che a tali cose appartengono da osservarsi nella stessa figura, e pure non possono tutti in uno stesso tempo trattarsi, e spiegarsi, amando io meglio recare cose vere, che spacciarne molte, tuttochè incerte, perciò stimai di fare una buona cosa, se due solamente di estrema importanza io ne prendessi a ponderare.

XXI. Imperocchè per quanto aspettasi alla misura dell' acqua, giudicai bene instituire, e fare alquanti sperimenti, da' quali potessero trarsi delle conghietture sodamente fondate di quant' acqua passi per le pescaie, che abbiano i loro lati convergenti; e perciò che risguarda la violenza del moto dell' acqua, pensai doversi far parola degli urti, ed impulsi delle particelle dell' acqua, le quali vanno a battere nelle pescaie; oltre di queste poi io determinerò le forze vive de' corpi mossi, e le determinerò in tal guisa, che sembrami non poter rimanere più luogo da dubitare.

XXII. Veggiamo ora dunque in primo luogo gli sperimenti, a' quali pria d' aver posta mano, osservai doversi immaginare, che le fosse con tal positura s' uniscano a' fiumi, sicchè la linea lungo il corso più rapido del fiume (il quale da certuni è detto lo spirito, o il filone dell' acqua) colla linea tirata giusto la lunghezza delle fosse venga a fare (poco più, poco meno) un angolo retto; onde l' acqua del fiume non isbocchi nella pescaia con moto gagliardo, e pria conceputo dalla declività dell' alveo; e quindi doversi intendere, come il moto, con cui l' acqua entra nella pescaia CDFE, nasce principalmente dalla sola forza della pressione, appunto venendo le parti dell' acqua di sotto compresse da quelle di sopra: compresse poi che sono, tentano di muoversi, e battono nelle ripe, le quali ritrovando l' acqua tagliata in CD, non vi avendo ostacolo, entra nella pescaia, indi scaricasi nella fossa. Pertanto a volersi conoscere cogli sperimenti quant' acqua entri nella proposta pescaia, era d' uopo applicare a quelle sperienze, che risguardano il moto nato dalla pressione dell' acqua, che preme al di sopra; al qual moto nei nostri libri scritti del moto misto dell' acqua abbiamo dato il nome di moto semplice.

XXIII. Circa questo moto cagionato dalla semplice pressione dell' acqua, negli sperimenti tre sono le cose degne sopra tutt' altro d' essere osservate: la grandezza dell' apertura per cui passa l' acqua, la velocità dell' acqua, e la quantità d' acqua, che esce in un dato tempo per la data apertura. Se dalle osservazioni fatte vengano a conoscersi due di queste tre cose proposte, necessariamente la

terza ancora farassi palese. Il vero metodo poi d' investigare per via di sperimenti le operazioni della natura, esige, che pria sopra tutti i capi che cercansi, una qualche conghiettura si prenda, cui presa, facciasi prova poi di quelle cose, che si giudica potersi più facilmente, e con maggior sicurezza conoscere; il che non si può dire quanto mai vaglia in materia di sperimenti. Essendo pertanto più agevol cosa il conoscere la grandezza dell' apertura, per cui esce l' acqua, e la quantità dell' acqua stessa, volli attenermi a queste due, perchè poi da queste conosciuta la velocità, che è più difficile da determinarsi (e che bene spesso non si manifesta nè anche agli uomini più valenti in somigliante genere di cose), alla fine tutte e tre si facessero note.

XXIV. Essendo i vasi, l' acqua, gli aiutanti, e l' altre cose più comode in quel luogo, dove fatti io aveva quegli altri sperimenti spiegati nel mio primo libro del Moto misto dell' acqua, nel medesimo luogo feci anche questi, ed adoperai i vasi nella medesima guisa disposti, che fatto io aveva l' altra volta. Il vaso assai capace più alto T (*fig.* 2. *tav.* 1.) (in questa figura le parti, che sono piccole, non poterono colla propria loro proporzione rappresentarsi) era lo stesso, di cui la volta passata erami io servito: il vaso S di mezzo era un po' più grande di quello, che negli sperimenti passati tenuto avea il luogo di mezzo: il fondo poi del vaso P, più piccolo, e più basso degli altri, che tien la figura d' un pezzo d' un cono grande (come gli altri), aveva un diametro di quattro piedi, pollici quattro, e linee quattro: era il diametro della bocca di piedi tre, pollici cinque, e linee otto: era l' altezza sua perpendicolare (cioè l' altezza dell' acqua, che lo empiva) di piedi tre, cinque pollici, e undici linee, cioè il vaso era di tale capacità, onde potesse contenere 73035. pollici cubici d' acqua. Questo vaso era cacciato in una fossa, ed in esso entrava l' acqua fluente dal vaso S di mezzo.

XXV. Ma affine che potesse anche dal vaso T uscire sempre tant' acqua, quanta occorreva, perchè nel vaso di mezzo (tuttochè da questo escisse fuori l' acqua per lo forame di sotto) mai sempre si conservasse l' acqua alla stessa altezza, non adoprai turaccioli, come io aveali adoperati innanzi, ma feci questo in una più facile maniera. Nel fondo del vaso T scavato un forame rotondo HY del diametro di venti linee, feci in maniera tornire l' asta RI, che l' ultima parte di essa I fosse acutissima, ma la parte L distante dalla punta I due piedi fosse grossa così, che il diametro di essa fosse di due pollici, e il resto tutto LI tenesse la figura di cono. La lunghezza poi dell' asta era tale, che l' estremo R della medesima sormontava la sommità del vaso T. Allestite in tal modo le cose, e presa colle mani la parte R dell' asta, quanto più la stessa asta calavasi a basso, tanto

meno d' acqua cadeva giù radendo la circonferenza del forame, e la punta dell' asta; siccome per lo contrario quant' ella più alzavasi, tanto maggiore diveniva la quantità dell' effusione dell' acqua; e finalmente quando calavasi quanto potea mai calarsi, allora turavasi il forame affatto. Oltre di questo foro, eransene fatti due altri parimente forniti delle loro aste, i quali nella figura si sono lasciati a fine che col porvi ogni cosa, la distinzione necessaria non si togliesse. Per altro da questa maniera, con cui nel vaso di mezzo S potè sempre farsi entrare quant' acqua precisamente facea d' uopo, e da buon numero di fascettini di bacchettuzze, posti con ordine sotto all' acqua, che sopra cadeavi, e che caduta com' ell' era, quieta la rendevano, e tranquilla, ne nacque (tuttochè la copia dell' acqua, che usciva, fosse molto maggiore, che negli altri esperimenti di tal genere fatti per l' addietro) ne nacque, dissi, un modo così certo per fare somiglianti sperienze, che sembra non potersene desiderare un più certo. Chi vorrà in questa guisa far la prova, vedrà cogli occhi stessi la verità, purchè non ci manchi la dovuta diligenza.

XXVI. E questo intorno al vaso T, il più alto degli altri. Ma nella parete del vaso S di mezzo vicino al fondo erasi scavato un foro, per applicarvi de' cannoncelli di rame, che si dovevano usare negli sperimenti. I cannoncelli, che primi si posero in uso, aveano la forma NQZF d' un imbuto, cioè d' un pezzo di cono rettangolo (in tutto il libro i coni, ed i cilindri s' intendano sempre rettangoli; il pezzo conico poi avrebbe potuto chiamarsi ancora o *corticono*, o cono accorciato), tagliato da due piani retti all' asse del cono, e che formano due orbi, o sia due bocche d' una doccia; delle quali quella FZ, verso la punta della doccia (se la doccia fosse intera), la diremo bocca minore; l' altra opposta NQ poi l' appelleremo bocca maggiore; e questa maggiore applicavasi sempre al forame del vaso S, e vi si adattava in modo, che il piano tirato per gli orli di essa fosse perpendicolare all' orizzonte. La parte di asse tra il centro dell' una bocca, e il centro dell' altra si nominerà lunghezza del pezzo conico; e la linea più breve, tirata dal centro della bocca maggiore alla sommità dell' acqua contenuta nel vaso S, sarà detta altezza dell' acqua nel vaso S. Finalmente supporremo, che l' acqua FZK che esce con una velocità, la quale non sia del minimo grado, per un qualche forame, o per qualche bocca fatta a modo d' orbe, come è FZ, tenga la figura, fintantochè poco dalla bocca stessa si discosti d' una fune liscia, o di una vena: perciocchè ho osservato (come dirò poi) non essere dappertutto sempre la medesima grossezza del corpo dell' acqua effluente, ed il diametro dell' ambito della fune, o vena acquea (per così dirla) non aver la grandezza stessa alla bocca FZ,

che ha il diametro VA dell'ambito osservato in piccola distanza dalla bocca medesima; ma dopo il luogo del primo sbocco ristringersi in certa maniera l'acqua, ed alcuna parte della vena stessa sino al segno VA, o ad OC divenire più sottile. Di sotto poi per i cangiamenti delle velocità, e delle direzioni delle particelle dell'acqua, la cosa si rende incerta. Noi dunque per procedere alla facile, nomineremo il diametro dell'ambito più piccolo, come VA, diametro dell'acqua ristretta. Osservammo poi tale ristringimento tanto nell'acqua, che esce per forami forati in laminette, quanto in quella che esce per docce.

XXVII. Già il ristringimento dell'acqua che passa per un forame intagliato in una laminetta, avealo osservato quell'uomo insigne d'Isacco Newton, l'osservazione del quale, come assai confacente al proposito nostro, stimammo necessario riportarla (tradotta in Italiano) in questo luogo siccome dall'Autore fu esposta nella seconda edizione de' Principj matematici, a cart. 305. *Io preparava una laminetta* (ei dice) *piana assai sottile, pertugiata nel mezzo, essendo il diametro del forame circolare di cinque ottave parti d' un dito; ed affine che la vena dell' acqua, che sortiva fuori, col cadere non si accelerasse, e per l' accelerazione non venisse a restringersi, adattai la detta laminetta non già al fondo, ma al fianco del vaso, in modo che quella vena sortisse fuori giusto una linea all' orizzonte parallela. Indi, come fu pieno d' acqua il vaso, apersi il pertugio, sicchè fluisse l' acqua, ed il diametro della vena in distanza d' un mezzo dito in circa dal forame, misurato con tutta la maggior diligenza, si trovò di ventuna quadragesime di dito. Era dunque il diametro di questo forame circolare al diametro della vena, come 25 a 21 in circa.*

XXVIII. Di più delle cose (*XXIV. XXV. e XXVI.*) dianzi annoverate eravi in pronto un orologio (come il chiamano) a pendolo, che dimostrava tutte le sessantesime parti di un'ora, e le sessantesime d'una sessantesima; le prime parti, come è l'uso, le distingueremo con una lineetta al di sopra, e con due le seconde.

XXIX. Da principio dunque al forame del vaso S fu adattato il pezzo conico, di cui la bocca maggiore avea un diametro di 42. linee, la minore un diametro di linee 26, la lunghezza del pezzo conico (che fu la medesima anche negli altri tre pezzi) di linee 92. La bocca minore FZ era stata turata con un legno liscio. L'acqua poi contenuta nel vaso S (e quest'altezza sempre la stessa suppongasi anche negli altri sperimenti, finchè non avvisiamo l'oppesto) era all'altezza di 256 linee, e la sommità dell'acqua toccava la parte inferiore del forame M fatto nella parete del vaso S.

XXX. Allestite in tal modo le cose, in uno stesso tempo dalla

bocca FZ si levava il turacciolo, e si dava il moto all' orologio: e nel mentre che l' acqua del vaso di mezzo S entrava nel vaso più basso P, intanto per lo forame HY fatto nel fondo del vaso più alto T, e per gli altri due, innalzando le aste nella maniera di già (*XXV.*) sopra esposta, si lasciava entrare nel vaso di mezzo S tant' acqua, quanta dal vaso di mezzo S nel più basso P nel medesimo spazio di tempo entrava. Nel momento che l' acqua toccava la sommità della bocca del vaso P, fermavasi il moto dell' orologio, e il pezzo conico turavasi. In questo sperimento si osservò esser uscita per la bocca FZ tant' acqua, che bastò ad empiere il vaso più basso P in tempo di 2′ 57″. Replicato questo medesimo sperimento per la seconda volta, il vaso P restò empiuto nel tempo di 2′ 59″. Il diametro dell' acqua nel sito del suo ristringimento fu di linee 25, e 1 : 4. Avviso qui subito, tanto questa, quanto le altre misure de' diametri dell' acqua al suo ristringimento essere state determinate quanto precisamente si potè; ma ciò non porta l' ultima precisione, se pur occorre avvertir ciò, che di sua natura non può altrimenti supporsi.

XXXI. Cangiai poscia il pezzo conico, e in luogo del primo ne posi un altro, di cui la bocca maggiore avea il diametro di linee 33, e la minore avea il diametro uguale a quello della bocca minore del pezzo conico adoperato la prima volta, cioè di linee 26. fatto come prima (*XXX.*) lo sperimento, si notò, che il vaso più basso P restò empiuto dall' acqua, che sortiva da tal pezzo conico, in tempo di 2′ 57″. Replicata la sperienza per la seconda volta, trovaronsi le stesse parti di tempo; ed il diametro dell' acqua nel sito del suo ristringimento fu di 25 linee.

XXXII. Nella stessa maniera tentai la cosa parimente due volte con un altro pezzo conico, che aveva di diametro alla bocca maggiore 60 linee, 26 alla bocca minore: ed il vaso più basso P fu riempiuto dall' acqua, che usciva dal vaso di mezzo S, nella prima sperienza in tempo di 3′, e nel tempo precisamente istesso anche nella sperienza seconda. Il diametro poi dell' acqua nel sito del suo ristringimento ritrovossi di linee 24.

XXXIII. Il diametro del pezzo conico, che adoprai in ultimo luogo, nella bocca maggiore era di linee 118; nella bocca minore, pari egli era a quello dell' altre bocche minori, cioè di linee 26. Fatte le sperienze alla stessa maniera d' innanzi, nella prima sperienza il tempo, che vi volle ed empiere il vaso più basso, si osservò essere 3′ 4″, nella seconda 3′ 6″; ed il diametro dell' acqua nel sito del suo ristringimento lo ritrovammo di linee 28, e 1 : 2.

XXXIV. Giacchè era in pronto quell' apparecchio di vasi, non volli tralasciar l' occasione di fare su questo proposito cert' altre

sperienze, che ben erano per giovare in altre cose. Perciò feci adattare al vaso S una doccia di rame la cui cavità era a simiglianza di cilindro (tal è la doccia IAZ); rifatto con una corona di legno il forame del vaso S, reso per li primieri sperimenti troppo largo. La cavità di questa doccia aveva dappertutto il suo diametro di 26. linee; essa era lunga linee 91. Nella maniera dunque stessa, che tenni, quando io adoperava i pezzi conici, feci gli sperimenti coll' accennata doccia cilindrica, e nel primo sperimento si osservò, empiersi il vaso più basso P dall' acqua, che usciva dal vaso di mezzo S, in tempo di 3' 8''; nello sperimento secondo in tempo di 3' 7'': nel terzo parimente in tempo di 3' 7''. Al ristringimento dell' acqua trovammo esser il diametro della stessa di linee 24, e 1 : 2.

XXXV. Levata la doccia, feci mettere al vaso S una laminetta di ferro, nella quale vi s' era scavato un forame retondo (tal è il forame DP nella laminetta EF (*fig.* 4. *tav.* 1.)), il diametro di cui era di linee 26, come furono li diametri degli altri orifizj, pe' quali esci l' acqua dal vaso di mezzo. Essendo poi ogni cosa ordinata com' innanzi, nel fare il primo sperimento, osservai, il vaso più basso P (*fig.* 2. *tav.* 1.) riempiersi dell' acqua, che esciva dal vaso di mezzo S, in tempo di 4' 36''; nello sperimento secondo riempiersi di nuovo in tempo di 4' 36''; e nel terzo sperimento in tempo di 4' 38'': dove l' acqua poi si ristringe, era il diametro della stessa di linee 20, e 1 : 2.

XXXVI. Avvertirò qui (poichè m' insegnarono l' altre sperienze non esser questa una cosa da trapassarsi in silenzio) che può anche considerarsi questo forame come avente figura di cilindro, la base di cui ha il diametro di linee 26, e l' altezza uguale alla grossezza della laminetta di ferro, che era grossa in circa una linea. Avvertirò in oltre, che le bocche de' pezzi conici, e delle docce, che dovevano applicarsi al vaso, piegate terminarono in corone: delle quali corone però i piani, laddove faceasi il piegamento dalle pareti, o sia de' pezzi, o sia delle docce, formavano angoli quasi retti.

XXXVII. Gettatovi del vino nero sopra la superficie dell' acqua del vaso di mezzo (siccome racconta d' aver fatto con dell' inchiostro il chiarissimo uomo Giovanni Ceva nella sua operetta de' vasi a cart. 33) e tinta così di color fosco la suprema parte dell' acqua, feci l' osservazione stessa, che fatta avea il Ceva, cioè non apparire, se non dopo un buono spazietto di tempo la tintura dello stesso colore nell' acqua che usciva.

XXXVIII. Dopo di ciò, per vedere se vi avesse qualche differenza tra quell' acqua, che esce per un forame scavato nella parete del vaso, e quella che esce per un forame scavato nel fondo del medesimo vaso, feci rifare la parete del vaso, e mettere una laminetta di

ferro pertugiata al fondo del vaso stesso per lo medesimo fine pertugiato anch'esso: in oltre nella parete del vaso feci aprire la finestra D in modo tale, che toccando la sommità dell'acqua nel vaso S la parte più bassa della finestra fosse l'altezza dell'acqua, com' innanzi (*XXIX.*) nel vaso S di linee 256. Poscia fatte le prove alla maniera costumata, la prima fiata il vaso P restò empiuto dall'acqua, che dal vaso S usciva in tempo di 4′ 40″; la seconda fiata in tempo di 4′ 39″: e fu osservato, essere di circa linee 20. il diametro dell'acqua al luogo del suo ristringimento.

XXXIX. Io non avea per anche cangiata altezza d'acqua nel vaso S: pertanto volli pur osservare, che cosa facesse il variar anco di quella. Rimessa dunque la laminetta di ferro nel luogo di prima nella parete del vaso di mezzo S, di sotto delle finestre M, D vi si fece un' altra finestra X, sicchè quando la suprema parte dell'acqua toccasse la parte inferiore di essa finestra, fosse alta la dett' acqua nel vaso S linee 128. Quanto poi all' altre cose non fecesi verun altro cangiamento. Nella prima sperienza l'acqua uscendo dal forame della laminetta di ferro, empiè il vaso di sotto P in tempo di 6′ 37″; nella seconda in tempo di 6′ 36″: al suo ristringimento avea l'acqua il diametro di 20 linee.

XL. Poi in luogo del forame nella laminetta di ferro adoperai la doccia (*XXXIV.*) dianzi descritta, e volli, che l'altezza dell'acqua nel vaso S fosse la medesima di linee 128. Coll'acqua, che da questa doccia esciva feci due sperienze; nella prima delle quali osservai, il tempo che passò fin tanto che s'empiesse il vaso più basso P, essere stato di 4′ 24″; nella seconda poi di 4′ 25″. Vidi esser il diametro dell'acqua al suo ristringimento di linee 25.

XLI. Turate le finestre M, D, X nella parete del vaso S, fu empiuto lo stesso vaso d'acqua, a misura che soltanto ella non istraboccasse: onde ascese l'acqua all'altezza di 542 linee nel vaso S. Fatte le sperienze, e conservata la medesima altezza d'acqua (come s'era costumato sempre) nel vaso S; osservai l'acqua, che per la doccia scorreva nel vaso più basso P, averlo riempiuto nel primo sperimento in tempo di 2′ 11″; nello sperimento secondo averlo riempiuto in tempo di 2′ 10″. Fu il ristringimento dell'acqua di diametro di linee 25.

XLII. Di bel nuovo poi, levata la doccia, si applicò al forame del vaso di mezzo quella laminetta di ferro, che erasi adoperata prima, in guisa tale, che il centro di essa fosse alla medesima altezza d'acqua, alla quale prima era l'asse della doccia; e di più fosse ancora di linee 542. l'altezza dell'acqua nel detto vaso. Essendo così le cose, facemmo due sperienze simiglianti alle precedenti: e nella prima di esse si trovò, il tempo, in cui uscendo l'acqua dal forame, riempì

il vaso P, essere di 3' 11'' ½, nella seconda poi essere di 3' 12''. Misurato il diametro dell' acqua dov' è ristretta, si trovò di linee 20, e 1 : 2.

XLIII. Per allora rimaser i vasi in questa maniera disposti; alcuni giorni appresso volendo io, che fossero riportati ai loro luoghi, pria di farlo, feci prova in quanto tempo il vaso P restasse empiuto, essendo come prima l' acqua all' altezza di 542 linee nel vaso S; ed osservai, essersi riempiuto dall' acqua, che esciva per la doccia, in tempo di 2' 11'', ma dall' acqua che usciva per lo forame, in tempo di 3' 15''.

XLIV. E già io aveva data l' ultima mano a questo libretto, quando rigettando l' occhio sopra i già esposti sperimenti, venni in speranza, che potesse il tutto riuscire più chiaro, se si replicassero tutti li medesimi sperimenti con forami minori, e con minori docce. Pertanto, poichè io vedeva a ciò fare richiedersi minor copia d' acqua, in casa eseguii il disegno di farne le prove con vasi minori. Furono presenti alle sperienze quasi tutte, che or ora esporrò, i celeberrimi uomini li signori Antonio Vallisnieri, primario professore di medicina teorica; Giovanni Graziani primario professore di filosofia; Gio. Battista Morgagni, primario professore d' anatomia; e Niccolò Bernoulli, professore di matematica. Questi approvarono tutto il genere del fare gli sperimenti come facile, chiaro, e poco soggetto ad errori.

XLV. Si fecero pertanto gli sperimenti nella maniera stessa, che innanzi, e soltanto queste poche cose ora debbo avvertire: cioè il diametro del fondo dell' infimo vaso P (il quale a rata porzione era molto minore degli altri) essere stato d' un piede, e sei pollici; il diametro della bocca d' un piede, pollici quattro, e linee cinque; e l' altezza perpendicolare, cioè l' altezza dell' acqua, onde empievasi, di pollici undici, vale a dire essere stato il vaso di tale capacità, che conteneva pollici cubici 2560 d' acqua; a tal vaso essere stato sovrapposto un coperchio pertugiato, affinchè meglio si potesse accorgersi in qual momento l' acqua, che v' entra dentro, ridondasse; essersi replicate le sperienze cogli stromenti stessi, voglio dire colla stessa doccia, collo stesso forame; e bene spesso in ciascheduno di essi sperimenti il tempo, in cui riempivasi d' acqua l' infimo vaso P, essere stato ritrovato il medesimo per qualunque maniera di far questi sperimenti; ed appena esservi stata, se pur ve n' ebbe punto, la sola differenza d' un minuto secondo: l' altezza poi dell' acqua sopra i centri de' forami, e degli orifizj nel vaso di mezzo essere stata in tutti gli sperimenti d' un piede, due pollici, e linee dieci, uguale appunto a linee 178.

XLVI. Feci adattare al vaso di mezzo una lamina sottile di ferro,

nel di cui mezzo eravi un forame di figura circolare, che avea il diametro di linee nove. Fatta la prova nella maniera per l' addietro sempre tenuta, il vaso più basso P restò empiuto dentro lo spazio di 1' 30'', cioè nello spazio di 1' 30'' : per tal forame escirono pollici cubici d' acqua 2560. Fu il diametro dell' acqua al suo ristringimento di linee 7, e 1 : 2.

XLVII. Di poi presi una lamina di rame di cui era la grossezza di quattro parti quinte d' una linea, e fattovi un forame di figura cilindrica (e questo molto appartiene al punto, che esporrassi (*XLVIII.*) poi più a basso), il diametro della cui base era di nove linee, e la lunghezza dell' asse di quattro quinte parti d' una linea, feci porre la stessa lamina al vaso S di mezzo. Quindi escirono per tal forame pollici cubici d' acqua 2560. nello spazio di 1' 33''. Il diametro dell' acqua, dove si ristringe, osservato giusta una linea parallela all' orizzonte, (e giusta una tal linea furono calcolati sempre tutti gli altri diametri accennati dell' acqua) trovossi di linee 7, e 3 : 4: osservato poi giusta una linea perpendicolare, trovossi di linee 7, e 1 : 6: era distante il centro di detto forame dal fondo del vaso due pollici in circa. In alcuni altri sperimenti ancora vedute io avea (così per accidente) simiglianti differenze: ma quale, e quanto grande il divario fosse, io non l' avea calcolato con accuratezza.

XLVIII. Si disse poc' anzi, la figura data alla cavità del foro fatta nella lamina accennata di rame essere stata cilindrica. Di quel cilindro la lunghezza era di quattro quinte d' una linea, e il diametro della base di linee nove. Di tal cilindro una quinta parte si lasciò intatta: dopo questa, fu la lamina in tal guisa limata all' indentro, sicchè il resto del forame ricevesse la forma d' un pezzetto di cono, il diametro del cui minor orifizio era di nove linee, il diametro dell' orifizio maggiore di linee dieci, la lunghezza d' esso di tre quinte d' una linea. Adattata questa lamina al vaso in modo, che la bocca maggiore del pezzetto conico riguardasse le parti interne del vaso, uscirono pollici cubici d' acqua 2560. in ispazio di 1' 15'', e fu il diametro dell' acqua nel suo ristringimento di linee 8, e 1 : 5.

XLIX. Voltata la lamina, sicchè la parte intatta del foro, il cui diametro era di nove linee, riguardasse le parti interne del vaso, uscì la stessa quantità d' acqua in tempo di 1' 30''. Il diametro dell' acqua al suo ristringimento fu osservato di linee 7, e 1 : 2.

L. La provai anche colle docce: nè l' uno, nè l' altro estremo delle docce era piegato a modo di corona: fu bene in tutte il diametro della cavità, formata a foggia di cilindro, di linee nove. Per quella doccia, di cui la lunghezza era d' un pollice, e sei linee, vi escì tant' acqua, che bastò a riempirne l' infimo vaso in tempo di un minuto, e dodici secondi, e mezzo. Fu sempre il diametro dell' acqua,

dove patisce il suo ristringimento, così poco differente dal diametro della cavità delle docce, che io non ci ho mai potuto determinare nulla di certo. S' aggiugne la difficoltà (*XXX.*) addietro accennata del prendere tali misure; la qual difficoltà nasce particolarmente da certa assai piccol' agitazione della vena dell' acqua, e da certo tremore che ha il lume riflesso dalla superficie dell' acqua; e questo diviene maggiore nell' acqua, che esce per le docce per essere un tantino di più accresciuta quell' agitazione.

LI. Nel mentre poi che era io applicato a questi, e ad altri sperimenti ancora osservai un certo non so che di aspro, per così chiamarlo, nella superficie dell' acqua, che dalle docce usciva: ed anche l' acqua si osservò meno trasparente di quel ch' ella fosse, quando esciva pe' forami: poichè allora assomigliarsi pareva in certa maniera ad un cristallo.

LII. La stessa quantità d' acqua, cioè 2560 pollici cubici, escì nello spazio di 1′ 10″ per una doccia, che avea tre pollici, e tre linee di lunghezza.

LIII. Escinne parimente la stessa quantità in tempo di un minuto, e dodici secondi, e mezzo per una doccia lunga pollici nove.

LIV. Per una doccia lunga pollici quattro, e linee nove uscì acqua bastevole a riempiere l' infimo vaso nello spazio di 1′ e 10″.

LV. La lamina, che quasi fatta in cartoccio formava questi cilindri, avea la grossezza medesima, che quell' altra lamina di rame, che teneavi (*XLVII.*) scavato quel forame. Dopo di avere adoperata quest' ultima doccia nella maniera, che io (*LIV.*) dissi di sopra, fu limato all' indentro l' altro orifizio di essa, in guisa, che rassomigliava un pezzetto di cono simile a (*XLVIII.*) quello, che era stato fatto nel forame; onde l' un estremo della doccia, lungo tre quinte d' una linea, fu trasformato in questa figura; il resto della detta doccia, lungo cinquantasei linee, e due quinte, restò del tutto intatto, qual era prima. Quando l' acqua del vaso S entrava nella doccia per questa parte limata, l' infimo vaso empievasi (cioè uscivano dal vaso S 2560 pollici cubici d' acqua) in ispazio di 1′ 3″.

LVI. Quando riposta la doccia, entrava l' acqua del vaso S nell' orifizio intatta, escivane la medesima quantità d' acqua nel tempo di 1′ 10″.

LVII. Da tutto il fin qui detto, abbastanza è chiaro essersi per ciò, che riguarda il modo, e la forma de' lumi, che mandano fuori l' acqua, da noi cangiate più cose; aver però sempre i lumi, che diedero l' acqua, dal primo all' ultimo tenuta la figura di cerchio. Ed affinchè anche tal figura si cangiasse, in quella parte del vaso di mezzo, nella quale erano state affisse le altre lamine, affigeasi una laminetta di rame, in cui vi avea un forame quadrato, ciascheduno

de' cui lati era lungo sette linee, e due terze di linea. Per un tal forame uscì tant'acqua, quanta richiedeasi per empire il vaso più basso (vale a dire 2560 pollici cubici) in tempo di 1' 38''. Misurando il diametro parallelo all'orizzonte dell'acqua al suo ristringimento, lo trovai di linee 7 ½ misurando poi l'altro perpendicolare allo stesso orizzonte, lo trovai di linee 6, 1 : 2. Se fosse stata tagliata la vena dell'acqua con un piano parallelo alla lamina, e distante due linee dalla lamina stessa, la figura di tal sezione sarebbe stata, poco più poco meno, simigliante (*fig.* 15. *tav.* V.) ed uguale alla figura K.

LVIII. Fu in vero vaga la forma della vena dell'acqua stessa, cui stimo meglio rappresentare col mettere sotto gli occhi come l'immagine, che descriverla con parole. Pertanto, se la vena dell'acqua fosse stata tagliata con un altro piano parallelo alla lamina, e distante dalla stessa cinque pollici, la sezione di tal piano colla vena avrebbe formata una figura quasi simile, ed uguale alla HLYP; la cui larghezza HY parallela all'orizzonte sarebbe stata di 14 linee; l'altezza poi LP, perpendicolare all'orizzonte, di linee 7.

LIX. Sopra la parte sinistra di questa vena appresso la lamina io v'infondeva dell'inchiostro, del cui colore tinta restava l'acqua della vena della parte sinistra: ella però non traeva il color nero in quell'acqua vicina dalla parte destra della vena; ma quella seguiva alla distanza di ben due piedi, e più dalla lamina a muoversi pure così, come se un qualche piano, perpendicolarmente tirato giusta la lunghezza di mezzo della vena, l'una parte della detta vena segregata avesse dall'altra.

LX. Fatte queste osservazioni, feci fare un'altra lamina GR simigliante a quella prima, e pertugiata con un lume I a quello della prima simigliante, ed uguale: indi feci saldare un canale di rame FDCBAE (aperto dalla parte di sopra, la cui cavità rappresentava la figura d'un parallelepipedo) con questa lamina in tal maniera, che l'estremo OI largo linee 7 e 2 : 3 della base interna IBCO del detto canale, s'acconciasse al lato orizzontale di sotto OI del foro I; gli estremi poi FO, EI de' lati FDC, EAB del medesimo, de' quali l'altezza DC, AB era di un pollice, convenissero parte co' lati del forame, parte sopra de' lati stessi colla detta lamina: era lungo esso canale OC pollici sei. (Che la rottura nel lato FDC sia stata finta, acciocchè veder si possa il buco I, stimo essere cosa per se stessa manifesta). Adattato questo canale alla parete del vaso di mezzo, si osservò, l'acqua che usciva per lo forame I, e per detto canale FDCBAE, e che entrava nell'infimo vaso, averlo empiuto nello spazio di 1' 24''. Osservai in questo sperimento, che la parte di sopra dell'acqua appresso il forame erasi ristretta, poco

più, poco meno, come l' acqua, che esce da un nudo forame; e che di più ella era ivi alle pareti del canale più bassa; e che, passando poi più oltre, di maniera s' attaccò alle pareti del canale, sicchè presso all' uscita ABCD nel mezzo l' acqua era più bassa, ma appresso le pareti sopravanzava di due intiere linee l' altezza del foro.

LXI. In luogo del canale poscia vi posi un' altra doccia di rame, formata di quattro laminette, la cui cavità era ad un parallelepipedo simigliante. Ogni lato degli orifizj di questa doccia era di linee 9, e 2 : 3; la lunghezza poi di sei pollici, ed una linea. Tant' acqua, che empiè l' infimo vaso, cioè pollici cubici 2560 d' acqua escì per questa doccia nello spazio di 1′ 17″.

LXII. Avendo sopra la sinistra parte della vena dell' acqua, che da questa doccia esciva, stillato dell' inchiostro, com' io fatto avea (*LIX.*) innanzi appresso l' uscir dell' acqua; osservai incominciar a diffondersi il color nero per tutta la vena dell' acqua lungi dall' orifizio della doccia, onde esciva l' acqua un piede appena.

LXIII. Oltre gli sperimenti fin qui detti, ne feci degli altri; e degli altri ancora potersene fare ben m' avvisai. Ma per non esser lungo più del dovere, non istarò io qui ad esporre quegli altri, che pur feci in tale occasione, e che conobbi potersi fare; ma spiegherò in quella vece ciò, che al nostro proposito giudico potersi trarre dagli sperimenti già detti, e ciò, che di nuovo, e per così dire d' ammirabile molto sembra in essi scoprirsi.

LXIV. Ed in primo luogo osserveremo (ciò, che merita osservazione particolarissima) non potersi, come costumò farsi sino al giorno d' oggi, stabilire delle quantità d' acqua, che in un dato tempo esce per un forame di certa misura, regole, o tavole, onde conoscere tutte le quantità d' acqua, che esce per altri lumi, quantunque note sieno le grandezze de' medesimi lumi, e noti sieno li tempi. Imperciocchè quantunque fossero di grandezza cognita le bocche de' lumi, per cui l' acqua passasse, ed anche il tempo fosse cognito benissimo; pure non potrebbesi da tutto questo cosa alcuna di certo raccorre. Ed appunto la figura delle parti vicine a' lumi, oppure dell' altre parti de' lumi molto vale a render inuguali le quantità dell' acqua, che esce per bocche uguali, ed in tempi uguali. Il che siccome è chiaro da per se stesso dalle cose dette, così molto più chiaro si farà da quelle, che poi, e che or ora diremo.

LXV. Paragoniamo subito tra di loro le velocità, o sia le quantità d' acqua, che o da tronchi conici escirono, o dalla doccia maggiore. In tal modo tra l' acque correnti per le peschie di una certa proposta figura instituiremo come un certo confronto. In ciaschedune di quelli (come è chiaro da ciò, che fu (*XXIX. XXXI. XXXII.* e

XXXIII.) detto di sopra) la lunghezza era la medesima, la medesima in ciascheduno la grandezza dell' uscita, cioè la grandezza della bocca minore, per cui veniva fuori l' acqua; ma tra le bocche maggiori di ciascheduno, nelle quali entrava l' acqua del vaso di mezzo, punto non aveavi d' uguaglianza. Anzi tanto vi era di differenza, che essendo di linee 33 il diametro della bocca maggiore di quel tronco conico, per cui passava nella seconda sperienza (*XXXI.*) l' acqua, ed il diametro della bocca maggiore del pezzo conico adoperato in ultimo luogo (*XXXIII.*) per la quale passava l' acqua, essendo stato di linee 118; differenza in vero molto considerabile tra un diametro, e l' altro; non fu però osservata una molto considerabile disuguaglianza tra le quantità dell' acqua; poichè tant' acqua, quanta bisognò per empiere l' infimo vaso P (*XXXIII.*) passò per questo pezzo conico nel tempo di 185″ (preso il numero di mezzo), ed altrettanto d' acqua vi (*XXXI.*) passò per quell' altro pezzo conico in tempo di 177″. Questa differenza per verità è ben piccola, e nelle quantità dell' acqua escita dagli altri pezzi conici si scopriranno differenze o minori di questa, o minime affatto, se si facciano li confronti.

LXVI. Dà poi a dividere il confronto medesimo delle sperienze, che le particelle dell' acqua urtando in una superficie convergente, e dalla stessa riflesse, o poco, o nulla acquistano di forza, onde accrescere le velocità dell' altre particelle; il che, fuori della sperienza, il persuade la ragione ancora; perciocchè non v' ha corpo, che vaglia a spignere un altro corpo, se quel che spigne, più veloce non muovasi di quell' altro. Come dunque potrà essere, che le particelle riflesse, dopo la riflessione muovansi più veloci dell' altre particelle, onde per conseguenza vagliano a spingere quest' altre? E che direbbesi, se taluno affermasse, che le particelle riflesse (qualunque alla fine siasi tal riflessione) recano dell' impedimento all' altre particelle loro vicine?

LXVII. E giacchè parlar occorre di pezzi conici, puossi osservare da' più piccoli di questi essere state di molto accresciute le quantità dell' acqua per essi fluente, siccome abbiamo (*XLVIII. LV.*) osservato nel forame, e nella doccia, dopo d' aver data all' orifizio di quello, e di questa, posto in maniera, che toccasse l' acqua del vaso di mezzo, la figura d' un pezzo conico: li quali aumenti diremo noi forse essere stati cagionati specialmente dal potere le particelle dell' acqua, che da ogni parte si spingono all' orifizio, ricevere maggior moto dall' acqua sovrastante appresso il detto orifizio, ampliato un tantino, e non così poi ne' corsi maggiori per la maggior distanza delle colonnette dell' acqua, che preme al di sopra? Aggiugneremo forse esser cosa credibile, che per una doccia possa uscir l' acqua in

copia maggiore, non solo perchè s' accresce la velocità di essa, ma ancora perchè possono in ugual tempo passare per lo stesso tubo più filamenti d' acqua, più tra loro uniti?

LXVIII. Ma sarà bene ritornarsene ai di già incominciati confronti. Se dunque consideriamo le quantità osservate d' acqua, che esce o da' pezzi conici, o dalla doccia, o dal forame fatto nella laminetta, chiaro apparirà, le quantità stesse mancare dalla quantità massima fino a quella, che conviene al pezzo conico, il di cui orifizio che riceve l' acqua, è uguale all' altro orifizio, che l' acqua manda fuori, il quale debbe essere un pezzo di cono di una picciola base, e di un' altezza infinita; mancare poi anche fino a quella quantità, che conviene a quel pezzo, di cui picciola sia l' altezza, e la base infinita. Quel pezzo si può prendere per una doccia, e questo per un piano pertugiato. Quindi si può concepire la natura di quella linea curva, che rappresenta tutte le quantità; il che basti per ora aver accennato alle persone di molta intelligenza.

LXIX. Così dobbiamo ancora concepire dalle docce, di cui sono uguali le cavità, ma ineguali le lunghezze, uscir l' acqua nella seguente maniera: cioè da quelle che sono più corte, esce meno d' acqua, ma s' elleno crescono alquanto di lunghezza, cresce ancora la copia d' acqua che esce: finalmente pe' nuovi aumenti di lunghezza n' avviene, che sminuiscasi la copia d' acqua, che esce. E ciò è chiaro dal doversi considerare le quantità dell' acqua come in ragione inversa de' tempi; e dall' essersi osservato, che i numeri, i quali esprimono i tempi degli efflussi, primieramente calano al crescere delle docce, poscia rendonsi quasi uguali, quando abbian avuta certa lunghezza le docce: indi al crescere di quelle crescono gli stessi tempi ancora. Per cagion d' esempio (*dal XLVII. al LIV.*), essendo la lunghezza della prima doccia di quattro parti quinte d' una linea, della seconda di linee 18, della terza di linee 36, della quarta di linee 57, dell' ultima di linee 108, li tempi per l' effondimento della quantità sempre uguale dell' acqua furono, come questi numeri; per il primo 180, per il secondo 145, per il terzo 140, per il quarto 140, per il quinto 145. Se poi alcuno voglia concepire (*XLIV.*) come una doccia cortissima, il forame fatto in una sottile lamina, dalle cose già dette facilmente intenderà, come un doppio decrescimento di là ne segua.

LXX. Ora per più a proposito adattare alle cose nostre il confronto, fingiamo di grazia, che le pescaie, per cui derivansi l' acque de' fiumi abbiano la stessa figura che i pezzi conici, ed abbiano uguali le lunghezze, e gli orifizj minori uguali, voglio dire le bocche dell' uscita, per cui uscendo dalle pescaie l' acqua, entra nelle fosse, il che supposto, quantunque poi poniamo, essere tra di loro

differenti molto di grandezza gli orifizj maggiori de' detti pezzi conici, o sia dell' apertura dalla parte de' fiumi nelle pescaie; ciò però non ostante ritroveremo, per rispetto degli sperimenti, essere assai piccola la differenza tra le quantità dell' acqua fluente per le stesse pescaie. Questi sperimenti, per vero dire, giacchè in essi e si adoperarono pezzi conici assai grandi, e fu assai veloce dell' acqua il moto, ben possono far credere non potersi da una maggior grandezza, o velocità se non poco, o nulla questa legge della natura cangiare.

LXXI. Ma se non fingasi essere la stessa figura delle pescaie, e de' pezzi conici, saranno ancora minori le differenze, che nascer possono dalle varie grandezze dell' aperture, o diciamle aditi CD (*fig.* 11. *tav.* 1.) dell' acqua. Imperciocchè oltre le cose dette, dovrassi considerare anche come cosa manifesta, che l' acqua pe' lumi non esce in maniera, che le colonne d' acqua al di sopra de' lumi tutte insieme discendano; ma sibbene in maniera, che pria escano le parti inferiori dell' acqua: e ciò chiaro appare dall' uscir di quell' acqua, la quale tardamente (*XXXVII.*) si tigne del nero colore nella sua superficie infuso. Quindi nell' orifizio di qualunque lume, ed anche nell' orifizio maggiore di qualunque pezzo conico tutta l' acqua inferiore concorre da' luoghi vicini dappertutto all' intorno per uscire: così nelle parti laterali e di sopra, e di sotto del maggior orifizio l' acqua, per entrare nel pezzo conico, ritrova luogo maggiore di quello, che può ritrovare nell' orifizio minore per sortirne: ma nell' adito GD delle pescaie ritrova bensì l' acqua nelle parti laterali per entrare nella pescaia luogo maggior di quello, che ritrova nell' uscita EF della bocca: ma però non ha maggior luogo per entrarvi nè nelle parti di sopra dell' adito, nè in quelle di sotto; e vi è meno di superficie convergente, a rata porzione, nelle pescaie, che ne' conici pezzi.

LXXII. Nè anche queste sembra doversi tacere, che l' acqua ne' nostri sperimenti non potè altro luogo ritrovare, per cui uscire, salvo il minor orifizio de' pezzi: perlochè dovette con una certa maggior forza escire, laddove nella pescaia quell' acqua, che uscir non può per la bocca EF, può però trovar ben ampio spazio, per cui correre: imperciocchè ella segue l' alveo spazioso AG del fiume, e ciò fa, che le parti dell' acqua contenuta tra le ripe del fiume, ed i lati della pescaia, in una certa equabilità di forze ben si conservino.

LXXIII. Benchè per eseguire il proposito mio io non voglia qui aggiugnere altre cose, ed altre particolarità, anche la sola considerazione degli sperimenti sembra evidentemente dimostrare, ch' io per via di congettura giunsi (come credo) al vero; poichè sempre difesi la seguente proposizione; cioè, che per calcolare la quantità d' acqua

che passa per una pescaia di lati convergenti, non debbasi molto attendere la grandezza dell' adito GD dalla parte del fiume, essendochè la copia dell' acqua molto più dipende dalla bocca dell' uscita EF, che da quella dell' entrata CD. In realtà poi io scopersi una tanto ammirabile, e tanto grande proporzione tra la copia dell' acqua, e gli orifizj dell' uscita (quale chiaramente apparisce negli stessi sperimenti), che io, il quale vedendo la cosa da lunge semplicemente per congettura, non mi era potuto mai indurre a credere, che non si dovesse stimar poco la grandezza stessa dell' adito alla parte del fiume, ed il quale era stato fermo in tal parere; ciò nulla ostante dopo queste osservazioni m' accorsi di aver appena fatto quel così poco conto, che dovea farsi, della grandezza stessa dell' adito.

LXXIV. E già abbiamo esposto, come stimo, quasi tutto il luogo sopra il paragone tra le quantità dell' acqua, che esce pe' pezzi conici; e quindi che giudizio debba farsi della quantità dell' acqua, che passa per le pescaie, le quali abbiano i lati convergenti, abbiamo dedotto: perlochè passiamo a dire di quelle cose, che restano da osservarsi intorno alle fin qui raccontate sperienze. Ciò che resta, è appunto la differenza tra la copia d' acqua, che passa per le docce, e di quella che passa pe' forami; il ristringimento delle vene dell' acqua, ed alcune osservazioni sopra le leggi della natura tenute in tali cose, e la maniera con cui dalla detta natura le stesse cose si fanno.

LXXV. Se per tanto ad alcuno sembra maraviglia per avventura, che restando in parità tutto il resto, piccola sia la differenza tra le quantità d' acqua che passa per que' varj pezzi conici dianzi descritti, e di più ancora tra queste, e la quantità d' acqua che passa per la (*XXXIV.*) doccia già descritta: a questo tale ben più maraviglioso sembrerà, che più d' acqua esca per le docce, che pe' forami cavati nelle lamine (come in molti luoghi di sopra (*dal XXXIV. al LX.*) si è detto), benchè gli orifizj delle docce sieno affatto uguali agli stessi forami, benchè fatta l' altezza dell' acqua sopra i centri delle docce uguale all' altezza dell' acqua sopra i centri de' forami, e benchè presi uguali i tempi degli efflussi. Ed anche questo ammirabile sembra, che una doccia posta fuori del vaso possa aver forza di far escire l' acqua in maggior copia, che non avrebb' ella fatto per un nudo forame: quest' altro in oltre ha molto dell' ammirabile, che quella vena d' acqua, la quale uscendo per un nudo forame dopo d' esser uscita da esso forame sarebbe più gracile, se fia, che incontri una doccia al detto forame applicata (perciocchè l' orifizio della doccia può considerarsi come un forame, cui stia applicata la doccia), quasi allettata dalle pareti della doccia, si gonfi ad empiere la doccia stessa. E tutte queste cose furono fuori, o quasi fuori d' ogni

opinione, e della ragione già nell' animo concepita. Dissi dell' opinione; imperciocchè non essendo ciò stato mai detto da alcuno di quelli, di cui io vidi gli scritti, non essendo mai stato indicato da alcuno di essi, non avendo alcuno di essi sembrato di congetturarlo, nè d' esser caduto alcuno in sospetto di tali cose, io non avea mai pensato, che le cose fossero così. Aggiunsi poi della ragione; perchè pareva la ragione persuadere tutto l' opposto: essendochè l' acqua in passando per la doccia IAZ (*fig.* 13. *tav.* 1.) si sfrega cogl' interni fianchi della stessa doccia, e sembra dover essere più ritardata, che quell' acqua, la quale esce liberissimamente per un nudo forame DP: nè vi mancano degli sperimenti ancora, ne' quali fu osservato, aver saltato più alto l' acqua uscendo da un nudo forame, che uscendo da una doccia, e ciò appunto fu osservato dal signor Mariotte, quell' uomo dottissimo, e valentissimo in materia di sperimenti, com' ei dice in quel libro (pag. 356.), che è intitolato: *Du Mouvement des Eaux*, e fu pubblicato la prima volta in Parigi nel 1686.

LXXVI. Per rendere poi la ragione di queste tali cose osservate dal Mariotte, forse alcuno ricorrerà a quell' agitazione, che osservasi un po' maggiore nell' acqua, che esce dalle docce, che in quella che esce dai nudi forami; per cui appunto avvenir possa, che un certo come conflitto delle parti dell' acqua, che ne ritarda il moto, sia maggiore nell' acqua, che esce da una doccia, di quel ch' ei sia nell' acqua che esce, e che esce (per vero dire) più ordinatamente, da un forame. Certo il Mariotte in quel luogo non parla della quantità d' acqua, ma di quell' altezza, a cui può l' acqua ascendere. Che poi l' acqua fluente per le docce agitisi più di quella fluente per i forami, il dimostra tanto l' inchiostro, il quale fu osservato diffondersi più presto (*LXII.*) per tutta la vena di quell' acqua, e più tardi (*LIX.*) per la vena di quest' altra; quanto ancora il lume stesso, per cui fu veduto più (*LI.*) dirittamente passare la vena dell' acqua, che esce per un forame, di quella che esce per una doccia. I quali fenomeni sembrerebbero essere tali, quali non si potessero spiegare acconciamente, senza dire, che nelle vene dell' acqua, la quale passi per le docce, vengano le parti dell' inchiostro confuse, e venga intercluso l' adito al lume da una maggior agitazione dell' acqua.

LXXVII. Ma dall' agitazione delle vene dell' acqua passiamo al ristringimento delle medesime. Sarà cosa facile l' intendere come sia autenticata dagli addotti sperimenti la proporzione tra i diametri de' forami, e quelli dell' acqua al luogo del suo ristrignimento, stabilita dal celebratissimo, e sommamente benemerito della fisica, e delle matematiche scienze Isacco Newton, come addietro si è (*XXVII.*) detto. Io però non negherei avervi qualche piccola differenza tra li

ristrignimenti dell' acqua, che esce da' forami minori, ed i ristrignimenti di quella, che esce da' forami maggiori. Il diametro del forame (*XXXV.*), descritto di sopra nella lamina di ferro, fu al diametro dell' acqua, là dove essa si ristrigne, in quella proporzione, che ha il numero 52 al 41, essendo la proporzion Newtoniana quella del numero 50 al 42. Così non sempre colla medesima legge ristrignersi le vene dell' acqua, il dimostrano i varj ristrignimenti osservati nell' escire dell' acqua da varj conici pezzi: anzi conviene aver qui in mente quelle differenze, che io osservai tra i diametri perpendicolari, e i diametri paralleli all' orizzonte. Ma quanto grande sia poi la differenza tra i restrignimenti dell' acqua, non saprei determinarlo: nè già quella proporzione del Newton tra il diametro del forame, e quello dell' acqua al suo ristringimento dee prendersi come precisa; tanto più che egli stesso nella sua eccellente (*XXVII.*) citata opera (cart. 304.) scrisse in questi termini: *Essendo il diametro di essa* (cioè dell' acqua al luogo del restringimento) *al diametro del forame come il* 5 *al* 6, *ovvero come* 5, *e* 1 : 2, *al* 6, *e* 1 : 2 *in circa, se pure ho misurati bene li diametri*. E queste ultime parole sembra, che possano riferirsi a quella poc' anzi accennata (*XXX. e L.*) difficoltà di calcolare coll' ultima precisione somiglianti misure. La qual difficoltà (per dirla più chiaro) impedisce bensì il calcolo preciso; ma lo impedisce in maniera, che possa credere d' avere errato men della terza parte d' una linea nelle misure maggiori, se pure ho errato; e nelle minori meno della quinta parte d' una linea: ma rispetto al Newton suppongo una parte minore ancora delle già dette.

LXXVIII. La maniera poi, colla quale gonfiansi nelle docce le vene dell' acqua, per ora lascerolla così. Forse v' ha bisogno d' altri sperimenti: per avventura se or in un modo, or in un altro si adattino al forame varie parti d' una doccia, che abbia il diametro uguale a quello dello stesso forame, o si tengano intorno alla vena dell' acqua in qualche distanza, o facciasi altra cosa simile, non si spenderà indarno la fatica. Per ora non debbo impiegarmi intorno a tali cose.

LXXIX. Che che siane per tanto di questi sperimenti da farsi una volta, quest' è certo (nè ha, com' io penso, bisogno d' essere confermato con altre sperienze) che passa meno d' acqua per un nudo forame, che per una doccia, il diametro di cui sia uguale al diametro del forame in tempi uguali: purchè però non sia smoderata la lunghezza della detta doccia. Tutti poi gli sperimenti dal primo all' ultimo, o sia che l' acqua sortisse per quegli orifizj maggiori, o sia ch' ella sortisse per altri minori, apertamente fecero vedere, che dalla natura costantemente una tal legge si osserva.

LXXX. Benchè poi io non sia per estendermi nell' esporre più a lungo gli usi utilissimi della cognizione d' una tal legge della natura, non v' è però alcuno, il quale anche leggermente abbia assaggiata l' idrometria, che possa dubitare, se la cognizione di quest' ammirabil legge osservata dalla natura sia utilissima per quelli, che studiano sopra la spiegazione de' moti de' corpi fluidi: moti nati dagli stessi fluidi, che vi sovrappesano. Ma di queste utilità non aggiugnerò parola, a fine che, se taluno per sorte già sa tal cosa, io non sembri troppo trattenermi nell' esaltare ciò, che non ha nulla di nuovo; se poi (com' io stimo) nuova è la cosa, affine ch' io non sembri compiacermi soverchio in essa. (E queste cose stanno in tal maniera da me scritte nella edizione latina di questo mio libro, già da molti anni pubblicato. Che in tempi eguali passi meno d' acqua per un forame, che per una doccia, il di cui diametro sia uguale al diametro del forame, io allora lo ricavai dai miei proprj esperimenti, e l' osservazione di questa legge della natura l' ho riputata (come pure lo indicai anco nell' Art. LXXVI. ed altrove) una nuova osservazione. Non dissimulai però, che essa poteva nulla avere di nuovo: ma a me certamente allora era ignoto, che alcun altro fatta l' avesse. Eppure avrei potuto ritrovare li principj della mia osservazione all' eccellente libro *del moto dell' acque* lasciatoci dal signor Mariotte; libro da me sommamente stimato; libro, che io aveva in gran parte letto; libro, che citato aveva nell' Articolo LXXV. di questa mia stessa opera: dopo la prima edizione della quale, osservai esservi in esso libro le seguenti cose, che tradotte dalla lingua Francese, fedelmente rapporto: *Allora quando*, scrisse egli, *si applica un lungo tubo stretto ad un largo vaso pieno d' acqua, e che questo tubo è perpendicolare, egli dà più d' acqua, che se non si fosse già il tubo, e che vi fosse solamente nel fondo del largo vaso un' apertura uguale all' apertura del tubo. Vedete qualche sperienza, che io in questo proposito ho fatta*: e qualche sperienza dappoi, fatta secondo ciò, che egli aveva proposto, vien da lui riferita. Se però non ostante riflettendosi ai mezzi da me adoperati, alle sperienze da me istituite, alle conseguenze da me ricavate, e facendosi il paragone con li mezzi, con le sperienze, e con le conseguenze che nel libro di quell' illustre Autore si leggono, restino però ancora a questo proposito varie cose nuove degne di riflesso nell' opera mia, lo lascio giudicare ai discreti intendenti di tale materia. Ma non tralascio già di aggiungere un' altra simil cosa, che medesimamente a me appartiene. Vi è tra le mie lettere, date fuori con questo titolo: *Epistolarum Mathematicarum Fasciculus*, una lettera inscritta così: *Ad Jacobum Hermannum Epistola, in qua agitur de Organica Curvarum Tractoriae, atque Logarithmicae Constructione*: e ad essa lettera ho

aggiunto un Opuscolo intitolato: *de Curva Tractoria Commentariolum, in quo Problematum ac Theorematum de eadem Curva, a Celeberrimis Geometris propositorum, demonstrationes continentur.* Quando si trattava di parlare delle proprietà della trattoria da uomini dottissimi proposte, doveva io senza dubbio far menzione d' una *Memoria* intitolata: *Propriétés de la Tractrice, par M. Bomie*, la quale sta tra le *Memoires de l'Academie Royale des Sciences, Année MDCCXII.* (a cart. 215 dell' edizione di Parigi). Tal menzione perchè da me non sia stata fatta, ognuno può immaginarselo, quando osservi, aver io nominati, come conveniva, tutti quelli dell' opere de' quali avea profittato. Benchè io tenga in tanto pregio, in quanto mai tenere si possano, i libri provenienti da quella sì illustre Reale Accademia, e bene spesso io li abbia in mano per profittarne; tutta volta, quando scrissi il mio Comentariolo, non aveva (lo confesso) osservata quella Memoria. Essendomi ora venuta questa opportuna occasione, non ho già voluto tralasciare di rendere con perfetta ingenuità al merito di que' due illustri Autori, Mariotte, e Bomie, la dovuta giustizia.

LXXXI. Ciò però non deve impedirmi, sicchè io non prosiegua la sposizione di quella legge, con cui la stessa natura modera tali efflussi dell' acqua, onde più d' acqua esce per una doccia, che per un forame uguale all' orifizio della detta doccia. Apparve poi tanto grande differenza negli sperimenti già fatti, che fu osservato, l' acqua, che uscì per la doccia (la più grande tra tutte le adoperate) aver superato d' una terza parte in circa quell' altra, che uscì per lo forame DP, il maggiore di tutti quelli, li quali si usarono. Ma pria di parlare di tali cose, osserverò tale differenza non potersi ascrivere alla resistenza dell' aria, in cui entra, e cui squarcia l' acqua in uscendo dal forame: perciocchè poco può essere dall' altr' acqua ritardata (com' io ho fatta già la sperienza) quell' acqua, che velocemente corre, se sia, che in altr' acqua ella corra, e la squarci, e per conseguenza molto meno dall' aria. Ma pare potersi levar ogni dubbio da un altro riflesso, cioè che se l' acqua uscendo da un forame, entra nell' aria, v' entra parimente anche uscendo da una doccia: perlochè quella differenza non può nascere dalla resistenza dell' aria.

LXXXII. Ora così ricercando la cosa stessa, osserverò ciò, che manifesto si rende, fatti che sieno li calcoli. Le varie quantità d' acqua ch' escono in tempi uguali da una doccia, sono in ragione suddduplicata dell' altezze dell' acqua sovrappesante: e parimente le quantità d' acqua che escono da un forame, avvegnachè differenti sieno da quelle, che escono da una doccia, paragonate non ostante tra di loro, si trovano esser in ragione suddduplicata dell' altezze dell' acqua medesima sovrappesante; o sia (ciò, ch' è lo stesso) quando le

quantità sono uguali, sono li tempi in ragion reciproca suddupiicata dell' altezze. Per cagion d' esempio, essendo l' acqua nel vaso S all' altezza di 128000 parti millesime di linea, il tempo dentro cui per lo forame uscì una determinata copia d' acqua, fu di (XXXIX.) 397'': essendo poi l' acqua nel detto vaso S all' altezza di 542000 parti millesime di linea, il tempo, dentro cui per lo forame uscì una copia d' acqua a quella prima uguale, fu di (XLII.) 192''. La ragione sudduplicata reciproca del numero 128000 al numero 542000 è la ragione del numero 736 al numero 358, che è quasi la stessa ragione del tempo 397'' al tempo 192''; perciocchè 736 : 358 :: 397 : 192: dunque quando le quantità che uscirono, furono uguali li tempi 397'', e 192'' furono in ragione reciproca sudduplicata dell' altezze convenienti 128000, e 542000; e per conseguenza queste quantità d' acqua, che uscirono per una doccia in tempi uguali furono in ragione sudduplicata dell' altezze dell' acqua sovrappesante. Dagli altri confronti o de' tempi, dentro cui escì per una doccia quella certa quantità d' acqua, o de' tempi, dentro cui ella escì per un forame, si può dimostrare la medesima verità.

LXXXIII. Quindi avremo un corollario di gran momento, e che merita accurato riflesso, cioè osservarsi dalla natura questa legge, che le quantità dell' acque correnti per la forza dell' acqua sovrappesante sieno sempre in ragion sudduplicata dell' altezza della stess' acqua sovrappesante: nè però potersi paragonare tra di loro le varie quantità d' acqua, ch' escono da lumi varj, e dissomiglianti, se pria non sieno stati accuratamente osservati que' fenomeni, che abbiamo scoperti, e con grande circospezione.

LXXXIV. Intorno poi alla cosa stessa, dopo veduti li già riferiti sperimenti, (per volgermi alla natura delle differenze tra l' effusioni d' una doccia, e d' un forame) così io la sento. Pongo, essere tutte le particelle, che escono dai lumi del vaso, presse da una colonnetta di acqua, il diametro della cui base sia uguale al diametro della particella: pongo, che tutte le particelle presse dalle loro colonnette acquistino dalla stessa compressione tanto di velocità, quanto faccia essere le velocità di tutte le particelle fluenti in ragione sudduplicata dell' altezza delle colonnette sovrappesanti dell' acqua: pongo, poter per certe bocche escire meno particelle, perchè alcune particelle nell' uscire dirizzano così obliquamente i loro moti, che ne impediscono alcune delle vicine: per altre bocche poi essere più agevole l' uscita a più particelle, perchè uscendo le particelle come per la via diritta, o a poch' altre, o a niun' altra sono d' ostacolo: e questo può aver molto maggior forza che quello, di cui io (LXXV.) temea, quando l' acqua passando per una doccia, si batte coll' interne pareti della doccia stessa.

LXXXV. Che se paragoniamo tra loro le varie quantità d' acqua, che escono dallo stesso forame, varie essendo l' altezze dell' acqua nel vaso; e paragoniamo parimente tra loro le varie quantità d' acqua, che escono dalla stessa doccia, varie essendo le altezze dell' acqua nel vaso, è cosa credibile, che la principal cagione del ritrovarsi tanto quelle quantità, quanto queste ancora in ragion suddupplicata delle altezze, sia perchè tanto qualsivoglia particella delle più poche, quanto qualsivoglia particella delle più numerose riceve la velocità nella proporzione medesima dalla sua colonnetta, che vi preme sopra.

LXXXVI. Ciò sembra in vero confermarsi da quel diametro ristretto dell' acqua, che esce per un forame, del qual diametro abbiam fatta menzione di (*XXVI.*) sopra, e del quale abbiam portate qua, e là l' osservazioni. Percioccbè quel ristringimento dell' acqua siccome dimostra la già proposta direzione delle sue particelle, così non permette (per dir così) d' essere spiegato in diversa maniera.

LXXXVII. Ma quale sia finalmente la cagione, per cui ne' già proposti efflussi altre particelle dirigansi più obliquamente d' alcune altre, come (*LXXXVI.*) abbiamo accennato, onde ne' forami le une impediscano l' altre più che nelle docce, egli è ben un po' più malagevole il dirlo. Forse le particelle dell' acqua, nell' urtar che fanno nell' orifizio del forame, si raggirano intorno, e tendono al mezzo, e così vengono ad impedire l' altre; ma nella doccia poi dalle pareti di essa sono dirizzate a retta via, e non riescono perciò d' impedimento all' altre? O succede qualche vera attrazione, ovvero, come piace ad altri, che chiamano le attrazioni col vocabolo di pulsione, fassi qualche pulsion magnetica? oppure quegli sperimenti, che assai bene l' effetto dimostrano, non bastano poi a dimostrarne le cagioni, e ce ne vogliono degli altri, come (*LXXVIII.*) di sopra accennai? Ma non vi sarà (eccettuati quelli, che pur amano meglio dire qualche cosa, che confessar di non sapere ciò, che in fatti non sanno) cui sembri necessaria cosa in uno stesso tempo, e osservare i fenomeni, e spiegarne le cagioni. Eccellentemente C. Plinio Cecilio Secondo in proposito d' una fonte, la quale tre volte al giorno con determinati crescimenti, e decrescimenti cresceva, e calava, scrivendo a Licinio scansò il pericolo di recar una cagione di quel fenomeno; *pensaci tu*, ci dice, *alle cagioni, giacchè puoi farlo, onde nasce cosa tanto stupenda. A me basta l' aver espresso bene ciò che succede*. E perchè poi non dovrà (almen per ora) bastar anche a me, uomo di tenue ingegno, l' aver osservato ciò che succede?

LXXXVIII. Comunque oscura sia la ragione della cosa proposta; ben ponderato ciò che abbiam riferito, pare esser chiaro, ed assai verisimile, che si possa formar giudizio meglio, che innanzi intorno

alla quantità d' acqua, che passa per una pescaia di lati convergenti: perciocchè queste sperienze di moti, i quali co' moti per le già dette pescaie hanno moltissimo di somiglianza, sembra che ci servano come di lume, onde conoscere i moti di quell' acqua, la quale scorra tra i lati convergenti delle pescaie. Non aggiungo di più a tal proposito di queste peschaie, in quanto esse sono come una specie di misure della quantità d' acqua, che entra nelle fosse di diversione; il che fu il primo punto da noi (*XX.*) propostoci a considerare. Io per me crederei d' aver fatto abbastanza col aver gettati nuovi, e sodi fondamenti: il restante poi della fabbrica si stabilirà in tempo più felice.

LXXXIX. Ma le pescaie non solamente sono una specie di misura dell' acque, esse ancora sono per resistere alla violenza dell' acque stesse; e questo è il punto (*XX.*) secondo, sopra di cui ci siam proposti di far le nostre ricerche. E giacchè debbon riuscire tanto validi i ripari, sicchè non possano essere rotti da' corpi che vi vanno ad urtare, io giudicai, che non sarebbe gettata inutilmente l' opra mia, se ponderassi gl' impulsi dell' acqua, onde vengono battuti i lati della pescaia. E perchè non v' abbia ad essere ambiguità alcuna di parole, dinoterò prima quali cose vengono significate da que' vocaboli, i quali, come sembra, aver possono più d' una interpretazione.

XC. Affinchè movansi que' corpi, che di lor natura sono senza moto, conviene infallibilmente, che c' intervenga un qualche non so che atto a trasferire i detti corpi da un luogo in un altro, e questo non so che debbe spignere i corpi, a fine che seguitino a muoversi: da qui innanzi chiamerò cagion del moto quella cosa, onde sono mossi, o spinti i corpi stessi.

XCI. Se qualche corpo mosso urti in un altro, e da quell' impulso ci venga a perdere parte solo del moto suo; io nominerò quell' impulso col vocabolo di pressione.

XCII. Ciò poi, che verrà prodotto dalla pressione, dirollo impressione.

XCIII. E perchè per varie cagioni possono l' impressioni essere più forti, e più deboli, per questo chiamerò momento della pressione ciò, che può farsi da qualsivoglia pressione.

XCIV. Se qualche corpo mosso agisca in un altro corpo, e nell' agire perda tutto il suo moto, ciò che verrà fatto dal corpo, il quale agisce così, appellerassi effetto intiero del corpo mosso.

XCV. E la cagione di tal effetto intero sarà detta forza viva.

XCVI. O sia poi che tutto si estingua il moto, o sia che nò, tali azioni, ridotte come ad un genere supremo, nominerolle impulsi.

XCVII. Posti questi fondamenti, ora io comincierò dalle pressioni

dell' acqua, che va a battere ne' lati delle pescaie, a variare i momenti delle quali molto vale l' inclinazione della linea, e la velocità, con cui le particelle d' acqua vanno ad urtare nel riparo, che loro sta opposto.

XCVIII. Per quanto riguarda l' inclinazione delle linee, per le quali le particelle d' acqua si portano in un qualche piano loro opposte, sembra, che si debba determinare così. Se l' acqua vada a battere ad angoli retti in qualche piano A con una certa data celerità; dipoi ancora colla celerità medesima, ma ad angoli obliqui urti in un altro piano B uguale a quel primo A, l' impressione che riceverà il primo piano A dall' acqua, che batterà in esso ad angoli retti, rispetto all' impressione, che riceverà l' altro piano B dall' acqua, che vi batterà ad angoli obliqui, sarà in ragion duplicata del seno tutto al seno dell' angolo obliquo dell' incidenza. Questo lo abbiamo quasi descritto dalla foronomia (a cart. 238) del rinomato signor Ermanno; ed ivi sta ancora la dimostrazione. E poichè potrassi calcolare l' impressione dell' acqua, che va ad angoli retti, e si conosceranno gli angoli, sotto i quali sono tra loro inclinati i fianchi delle pescaie, e così ancora quelli, sotto cui ne' detti fianchi vanno a battere l' acque; facile cosa sarà lo spiegare ciò, che appartiene all' inclinazione delle linee, per le quali si portano le particelle dell' acqua negli opposti fianchi convergenti delle pescaie. Nè aggiugnerò qui, che l' acqua in maniera diversa da quella de' corpi solidi agisce, e che le parti d' essa tra di loro vicendevolmente si cagionano qualche sorta d' impedimento: sopra le quali cose, degne in vero di osservazione, vi hanno ben posto studio alcune dotte persone.

XCIX. Per ciò poi, che alla velocità dell' acqua appartiene, abbiamo veduto (*XCVIII.*) poc' anzi con qual legge uguali velocità s' uniscano con qualsivoglia direzione di moto. Ma se pari sieno l' altre circostanze, l' impressioni sopra i lati della pescaia saranno come le velocità stesse; nè in questo si può incontrare difficoltà veruna. Parlando poi della velocità, io non posso tenermi di non dire ancora qualche cosa intorno alla proporzione tra le velocità de' corpi, e di non addurre i loro effetti interi. Imperciocchè avendomi le cose da dirsi intorno al moto dell' acqua, che va ad urtare ne' lati convergenti delle pescaie, il qual moto nasce senza dubbio dalla gravità (poichè dalla gravità l' acqua de' fiumi vien fatta entrare negli aditi aperti delle pescaie), avendomi, dico, tali cose indotto a considerare in universale gl' impulsi de' corpi mossi; giudicai, che sarebbe ben fatto, s' io esponessi qui ciò che ho osservato, e se io toccassi alcune proprietà di tutto questo genere di urti, e ne delineassi la natura: ed a queste ora mi accingerò; e ciò fatto terminerò il libro.

C. Per fare ora dunque ciò che debbo, sembra, che in primo

luogo convenga aver attenzione a questo: cioè qual proporzione passi tra le velocità de' corpi mossi, e le loro forze vive, corrispondenti alle stesse velocità. Perciocchè altri dissero, queste forze (supporrò fino alla fine del libro, che tutti i corpi di particelle uguali, e di specie medesima sieno ugualmente densi; chi vorrà, attesi però li debiti rispetti, potrà sostituire corpi d' inuguali densità), queste forze, io dicea, essere in ragion composta delle ragioni de' corpi, e delle velocità; ed altri vollero le dette forze essere in ragion composta sì della ragione de' corpi, come della ragion duplicata delle velocità. La quale ultima sentenza, benchè (per quanto io reputo) sia vera, non è però senza contradittori; il che fu osservato anche dal cel. Ermanno (a cart. 113.) nella sua Foronomia: *Io non ignoro (ei dice) esservi buon numero d' uomini segnalatissimi, a' quali tal maniera (cioè l' utima da noi esposta) di calcolare le forze non piace, pensando essi, ch' ella debba prendersi dalle quantità del moto*.

CI. Fintantochè non si decida tale controversia, non solamente gl' Intendenti d' acque non sapranno per le loro operazioni che cosa vagliano le forze vive de' corpi; ma eziandio in tutta la meccanica de' corpi fluidi, e solidi più cose, involta in una oscura incertezza, patiranno non piccola difficoltà. Egli è così vero quant' io dico, e così chiaro, che non è d' uopo dichiararlo con altri esempj. Perciò, per continuare il proposito nostro, dal celebratissimo, e dottissimo Goff. Guglielmo Leibnitzio (negli *Atti degli Eruditi*, stampati in Lipsia l' anno 1686., a carte 161.) fu data una *breve, com' ei dice, dimostrazione d' un errore memorabile del Cartesio, e di altri, toccante la legge della natura, giusta la quale pretendono, che da Dio si conservi sempre la medesima quantità di moto, e nelle cose di meccanica se ne abusano*. Il qual errore doversi (se si possa) levare con tutta l' attenzione, io ben giudico, che lo pensasse quel grand' uomo, poichè negli altri titoli dell' opere matematiche di lui non ritrovo mai chiamarsi veruna cosa memorabile, salvo questa.

CII. Per prendere da cotesta dimostrazione ciò, che fa al proposito nostro, osserveremo primieramente porsi dal Leibnitzio, che *un corpo cadente da una certa altezza acquista forza di risalire di bel nuovo allo stesso segno, se la direzione di lui così comporti, e non v' abbia alcun esterno impedimento*, la qual cosa ei dice esser evidente nel moto de' pendoli.

CIII. In secondo luogo poi *esser d' uopo di tanta forza ad alzare il corpo* A (*fig.* 14. *tav.* 1.) *d' una libbra all' altezza* DC *di quattro braccia, di quanta è d' uopo ad alzare il corpo* B *di quattro libbre all' altezza* FE *d' un braccio solo*.

CIV. Posto questo, si dimostra, *che il corpo* A *caduto dall' altezza*

CD *precisamente acquistò tanto di forza, quanto il corpo* B *caduto dall' altezza* EF.

CV. La velocità poi del corpo A caduto in D s' esprimerà col numero binario, e la velocità del corpo B caduto in F con l' unità; dovendo essere le velocità in quella proporzione, in cui sono i lati quadrati degli spazj percorsi; i quali spazj essendo come il numero quadernario all' unità, chiaro apparisce dover essere i lati nella ragione del numero binario all' unità.

CVI. Ora pel calcolo delle forze, se si moltiplichi l' unità, con cui è espresso il corpo A d' una libbra, per lo quadrato del numero binario esprimente la velocità, che compete al corpo A caduto in D, si avrà il numero quadernario esprimente le forze del corpo A caduto in D. Poi se si moltiplichi il numero quadernario, col quale è espresso il corpo B di quattro libbre, per lo quadrato dell' unità, che esprime la velocità conveniente al corpo B caduto in F, si avrà il numero quadernario: in questo modo le forze del corpo A caduto in D, e del corpo B caduto in F saranno espresse con numeri uguali; e per tanto tal espressione s' accorderà con ciò, che di sopra (*CIV.*) fu stabilito.

CVII. Che se quello stesso corpo A espresso coll' unità si moltiplichi non già per lo quadrato del numero esprimente la velocità, ma per il numero medesimo; si avrà il numero binario esprimente le forze; e parimente se il corpo B di quattro libbre, espresso dal numero quadernario, si moltiplichi per l' unità medesima, con cui è espressa la velocità, si avrà il numero quadernario esprimente la velocità; nella qual maniera le forze del corpo A caduto in D, e del corpo B caduto in F verranno espresse da numeri inuguali; all' opposto di ciò, che di sopra (*CIV.*) fu dichiarato dover avvenire.

CVIII. Affine dunque di esprimere le forze vive de' corpi, non doversi moltiplicare i corpi per le velocità stesse; (*CVII.*) come poc' anzi abbiamo fatto (e come vogliono i Cartesiani); ma sibbene doversi moltiplicare pe' quadrati delle velocità, come s' è fatto (*CVI.*) di sopra; stabilisce il Leibnitzio, conchiudendo, che le forze sono in ragion composta de' corpi, e delle altezze effettrici della velocità, poichè tali altezze sono nella medesima proporzione, che i quadrati della velocità.

CIX. Contro di questa sentenza però del Leibnitzio portò in campo certi argomenti (negli *Atti degli Eruditi*, pubblicati in Lipsia l' anno 1689. cart. 183.) il chiariss. Dionigi Papino, che pianta in primo luogo, essere dotati di tale proprietà i corpi cadenti, che nel cadere in tempi uguali acquistano parti uguali di velocità. E perchè ciò avvenga, ei sostiene potersi spiegare ottimamente, se debba in effetto esistere quella materia, la quale intorno alla terra

velocissimamente si aggiri, e la quale fu proposta dal cel. Ugenio come cagione della gravità: ed ammesso lo stesso principio, pretende di provare, essere le forze come i tempi, non già come gli spazj delle discese, cioè nella stessa proporzione colle velocità, e non già co' quadrati d'esse: e cotesti argomenti li abbiamo soltanto accennati.

CX. Imperciocchè il Leibnitzio (negli *Atti di Lipsia*, anno 1690. cart. 228.) rispondendo ai detti argomenti (mentre fa menzione ancora delle obiezioni del chiar. Abate Catelano) lodò bensì il Papino, ma però disse (*ch' ei non ben avea toccato lo stato della controversia*), e per confermare ciò, aggiunse certe cose di nuovo. Sicchè più chiaro egli indicò (cart. 230) doversi considerare le forze effettrici del moto naturale come nella medesima proporzione cogli spazj delle ascese, e delle discese; i quali spazj essendo come i quadrati delle velocità, abbastanza sembra credibile essere stato sentimento del Leibnitzio, e che tali forze, e cagioni dei moti sieno in ragion duplicata delle velocità.

CXI. Presa poi occasione d'illustrare l'argomento, nello stesso luogo sì per forza di dottrina, come con un esempio, stabilisce il Leibnitzio, di ridurre la sentenza Cartesiana al moto perpetuo meccanico; ciò, che reputasi lo stesso, che ridurla all' assurdo. Per dir vero però, io punto non sarei mosso da questo solo argomento, se fossi di contrario parere.

CXII. Non si tacque il Papino per quello, che a se appartenne; ma dipoi mandò alla luce (negli *Atti di Lipsia*, anno 1691. cart 6.) certe cose, con cui s' ingegna di sostenere la sua sentenza: avendo però in queste scoperto il Leibnitzio (ne' medesimi *Atti* cart. 439) errore di argomentazione, non ebbe il Papino la migliore. Aggiunse poi nello stesso luogo il Leibnitzio, che facilmente anche il Papino, se vi facesse sopra riflesso, potrebbe vedere la verità della cosa già da se proposta.

CXIII. Disputò dipoi sottilissimamente altre cose il Leibnitzio su di questo proposito, e le diè alle stampe in quell' opera, ch' ei intitolò: *Specimen Dynamicum*, o sia Saggio sopra le forze (negli *Atti di Lipsia*, anno 1695. cart. 145). Si vide in oltre alla luce (nel Volume II. a cart. 61. dell' Edizione di Ginevra, Art. 327. dell' illustre opera intitolata *Christiani Wolfii Elementa Matheseos Universae*), una dimostrazione del celebratissimo signor Giovanni Bernoulli, insigne ornamento del nostro secolo, presa dalle forze d' alcuni *elastri*, con cui parimente si conchiude *essere le forze di corpi uguali in ragion duplicata delle velocità*.

CXIV. Riflettendo io meco stesso a tutte queste cose, e non sapendo dubitare della proposizione del Leibnitzio, che varj uomini

dottissimi aveano ricevuta, pure io stupiva come nata fosse questione di parole, e di ragioni, anzichè del fatto stesso; e (*CXII.*) come il Leibnitzio avesse imposto al Papino di meditarvi, e non già di farvi sperienze. Pareami poterai dare alcuno (anche fuori della scuola di Pirrone), che dubitasse, se per alzare all' altezza di quattro piedi un corpo d' una libbra, ci voglia la stessa forza, che ricercasi ad alzarne uno di quattro libbre all' altezza d' un piede; ciò che debb' essere innegabile, a fine che sussista (*CIII.*) il principio del Leibnitzio, anzichè alcuno, che non molto chiaro comprendesse la composizione dei moti, e la forza d' un corpo, il quale vada ad urtare in un *elastro*, ritrovasse nella dimostrazione (*CXIII.*) del sig. Bernoulli qualche occasione di dubitare. Pensava io poi potersi levare ogni motivo di contradire a chi fosse d' altro parere, se per conoscere le forze de' corpi si fossero usati gli occhi stessi: voglio dire, se col farne degli sperimenti si fosse osservato, se l' effetto intero d' un corpo d' una libbra (usiamo queste tali quantità per modo d' esempio) cadente dall' altezza di quattro piedi, sia uguale a quello d' un altro corpo di quattro libbre cadente dall' altezza d' un piede. Così quel secondo punto, (*CIII.*) posto dal Leibnitzio, sarebbe incontrastabile; essendo quello, che prima (*CII.*) egli assunse, già evidente dalla sperienza de' moti de' pendoli: si ha poi l' argomentazione (*CIV.*) rispetto ad esso accurata, ed ottima. Quindi ancora, essendo posta in chiaro lume la cosa proposta, più agevolmente potrebbesi formare chiaro giudizio da tutti della ingegnosissima dimostrazione del signor Bernoulli. E tali cose sin qui esposte (cui forse annestare si dee ciò, che è scritto d' appartenente alla proposta materia nel seguente Articolo CXV.), ponno servire come primi principj per l' Istoria della quistione intorno alle forze provenienti dalle velocità de' corpi mossi. Ma dopo che quelle tali cose poste io aveva in questo libro, publicato fino nell' anno 1718, è stata con molte più altre cose nel proposito stesso da uomini, nelle fisiche, e nelle matematiche Scienze valentissimi, la materia stessa illustrata: delle quali molte leggere si ponno nel principio di un' opera eccellente data fuori in Lucca nel 1733 dal dottissimo sig. Tommaso Narducci patrizio Lucchese sotto questo titolo: *La quantità del moto, o sia la forza dell' acque correnti*. Il tanto rinomato padre abate D. Guido Grandi, sì illustre per la sua erudizione, e per la somma perizia sua nelle matematiche Scienze, comunicò al sig. Narducci alcune cose da questo nella sua opera inserite, dopo avervi premesse le parole che qui descrivo: *Per non allungar*, dic' egli, *di troppo questa mia prefazione, metterò qui tale quale l' Istoria di questa controversia, comunicatemi dal padre abate Grandi; lasciando al giudizio dell' erudito Lettore il discernere qual sia la vera delle due sì agitate opinioni*. In quell' opera adunque

è posta in buon lume una grande, e bella parte dell' Istoria predetta; cui aggiugnere anche si ponno i seguenti trattati: *Jacobi Hermanni Exercitatio de quantitate virium recte aestimanda*, la quale sta nel Tomo II. sez. I. *Exercitationum subsecivarum Francofurtensium*, escite alla luce nel 1718; *Jacobi Hermanni Dissertatio physica de Naturae Legibus circa Vires Corporum, et veram earundem mensuram, Francofurti ad Viadrum* 1719; e *G. I. 's Gravesand Essai d' une nouvelle Theorie sur le Choc des Corps. A l' Haye* 1722. Gioverà anche nel Tomo I. dell' opera dello stesso celebratissimo sig. Gravesand, intitolata: *Physices elementa mathematica editio secunda an.* 1725, alla pag. 146 vedere un importante Articolo inscritto così: *Examen experimenti circa corpora in lancem, aut brachium librae impingentia*. E nelle *Transazioni Filosofiche* dell' Inglese Regia Società (an. 1726 Numb. 396 a cart. 183, e 188) John. Eames F. R. S. *A Remarck upon the Nevv Opinion relating to the Forces of moving Bodies, in the case of the Collision of Non Elastic Bodies. Remarks upon a supposed Demonstration, that the moving Forces of the same Body are noct as the velocities, but as the squares of the velocities*. E pur dello stesso (An. 1727 Numb. 400 a cart. 343) *Remark upon sume experiments in hydraudilics vvhich feem to prove, that the forces of equal Bodies are, as the Squares of their velocities*. Ne' *Commentarj* poi *dell' Accademia Imperiale di Pietroburgo* (Tom. I. ad annum 1726. pag. 1.) *Jacobi Hermanni de Mensura Virium Corporum Dissertatio*. E nello stesso citato Tomo (pag. 43.) *Georgii Bernardi Bülfingeri de viribus corpori moto-insitis, et illarum mensura, demonstrationes mechanicae*. E nel Tomo II. de' medesimi *Commentarj* (ad annum 1727. a car. 200.) *Theoremata selecta pro conservatione virium vivarum demostranda, et experimentis confirmanda, Auct. Jo. Bernoulli*. Ritornando alle *Transazioni filosofiche della Regia Società* (an. 1728. Numb. 401. pag. 381.) *A Letter from the Rev. D. Samuel Clarke to Mr. Beniamin Hoadly, F. R. S. occasion'd by the present Controversy among Mathematicians, concerning the Proportion of Velocity and Force in Bodies in Motion*. Si aggiungano in oltre *G. I. 's Gravesand, Remarques sur la Force des Corps en mouvement, et sur le Choc etc.*, che stanno nel *Journal Litteraire* (stampato all' Haye, ann. 1729. Tom. XIII. a cart. 189.) E nello stesso Giornale (ann. 1730. Tom. XVI. a cart. 236. e ann. 1731. Tom. XVIII. a cart. 476.) veggansi le Novelle di Ginevra, la prima delle quali principia: *Je ne sais si vous avez vû une Brochure de 4. feuilles, qui est une Lettre de Mr. Jean Poleni à Mr. l' Abbé Conti, touchant les Forces vives:* e la seconda principia così: *Je n' aurois pas crû, Monsieur, m' engager dans une Dispute, en vous envoyant l' Extrait du Livre de Mr. Poleni sur les Forces vives. Mais, puisque M. de*

Crouzas a trouvé bon de répondre à ce qu' on lui objecte dans cet Ouvrage, il ne seroit pas honnête de le laisser sans replique. Nell' opera, che è intitolata: *Jacobi Jurin Dissertationes Physico-matematicae*, ed escì nel 1732, si dee osservare (a car. 122.) l' articolo inscritto così: *Additamentum*. Ed anche *Frid-Villelmi Stübneri Dissertatio pro Leibnitiana virium mensura contra Cartesianam:* la qual Dissertazione fu pubblicata nel 1733. Di più ancora, oltre le cose rapportate dal p. ab. Grandi, e le indicate da noi potremmo sopr' alcune altre, pur eccellenti per rapporto a questa medesima materia, potremmo, dico fermarci di nuovo, e riferirci o alla Storia, o alle memorie dell' Accademia Reale delle Scienze di Parigi, o agli Atti degli Eruditi, che si pubblicano in Lipsia, o ad altre simili illustri raccolte, o a certi altri libri; le quali cose potrebbero aver luogo qui; ma questa mia aggiunta essendo ormai divenuta assai lunga, non conviene renderla viepiù lunga, e basta l' averne ora indicate le fonti.

CXV. Al pensarvi dunque ch' io feci, mi venne in mente d' aver una volta letti ne' libri del p. Riccioli certi sperimenti, che parea appartenessero agl' impulsi de' corpi: e cercandoli ritrovai (nell' Apologia in favore di quel suo argomento fisico-matematico, stampato l' anno 1669) aver in guise diverse il mentovato p. Riccioli, assistito anche dal celebre Geminiano Montanari, procurato di risapere la proporzione, che v' ha tra quelle forze, che ad urtare acquista il corpo cadente, e tra l' altezze, onde cade il corpo medesimo, da' quali sperimenti mosso egli stabilisce questo teorema: *dalla differenza delle percussioni, che fannosi da un grave cadente, si ricava la differenza dell' altezza uguale, o maggiore di quello, che sia la differenza delle percussioni*. Ma gli sperimenti non molto hanno che fare, nè molto convengono col teorema: imperciocchè come ciascuno d' essi col teorema si confronti, spesso se ne ritroveranno di quelli, che faranno contro del teorema medesimo, e si scorgerà non potersi da essi trarre in veruna maniera quella proposta tal proporzione. Dal Riccioli vien citato il Gassendo; ed io vidi, aver questi proposte alcune cose intorno alla proporzione delle pressioni de' corpi cadenti: benchè, com' ei dice (nel Volume III. dell' opere sue a cart. 564 e seg.) non gli sia sortito bene, e con felicità qualche sperimento fatto a fine di riconoscerla. Tentò qualche cosa anche il padre Marino Mersenno, il quale (nelle riflessioni fisico-matematiche, a cart. 108) così scrive: *aggiungo una particolar osservazione da me fatta più volte, che sembra degna d' esser notata*. E l' osservazione si è questa: in una lance d' una bilancia lasciavasi cadere dall' altezza di due terze d' un dito una palletta di bronzo d' un' oncia, la quale con la forza nel cadere acquistata poteva alzare la lance opposta, in cui vi

avea un peso otto volte più grave; la palletta medesima vinceva un peso doppio del primo, cadendo da un' altezza quattro volte maggiore, ed un peso triplo da un' altezza maggior nuove volte. Ma poi con quella sincerità, che ad un filosofo conviene, dice così: *non potè mai la palletta col cadere dall' altezza sedici volte maggiore del suo diametro levare due libbre*, cioè un peso quattro volte più grave del primo: ed altri divarj dalla proposta proporzione ei tocca; avvegnachè in altra maniera si studi di spiegarli. Anche il p. Francesco Terzi Lana fece alcune sperienze concernenti tale proposito, le quali noi toccheremo qui di sotto parlando di quelle del p. Riccioli, nè già starò io qui a replicare ciò, che fu detto dal Leibnitzio intorno a' pendoli (negli *Atti degli Eruditi*, anno 1695 cart. 155.) Queste sono cose, le quali tuttochè sembrino in certa maniera esser in luogo di sperimento, pure non dimostrano sì facilmente ciò, che si vuole.

CXVI. Ponderate e queste, e quell' altre cose, di cui (*CXVII.*) dirò poi, determinai di farne la sperienza con tutta la possibile accuratezza; ed avvegnachè dalla natura delle pressioni, se da queste avess' io cominciato, trar si potessero, come sembra alcune cose utili al proposito nostro, pure stimai meglio l' attenermi ad un' altra via. Dalle medesime cose ancora facile sarà l' intendere, essersi potuto a quelli, che altramente sentono circa la natura degl' impulsi, prestar dagli sperimenti qualche occasionè di dubitare, se gli stessi o non ben distinguessero tra le impressioni de' corpi mossi, e le forze vive o avessero soverchia fede a que' medesimi sperimenti, che fatti da uomini tuttochè dottissimi, pur hanno tutti (per confessar il vero) qualche cosa d' incerto. E per questo io più diffusamente non esposi la loro natura.

CXVII. E di fatto considerando io gli stessi sperimenti, quella maniera di servirsi d' un grave cadente in una delle due lanci d' una bilancia, per osservare quanto peso si levasse nell' altra lance, la scorgeva come difficile, e come soggetta ad esser alterata da troppe circostanze. Nè, per mia fe, poco lubrico sembravami quell' altro modo usato la prima volta dal Riccioli, giusta cui debbesi formar giudizio degli effetti de' corpi cadenti dall' altezze, alle quali immergesi nell' acqua una palla di legno cadente a piombo da varie distanze dalla superficie dell' acqua. Secondo questa maniera, oltre il Riccioli, fece molte sperienze il p. Francesco Terzi Lana (com' ei racconta nel suo *Magist.* Vol. I. cart. 162) ma per via di sperienza non riuscì a quel, per altro valentissimo uomo, ritrovare la verità. Restava l' immersione d' uno stilo in un corpo molle: perciocchè costumò il Riccioli sopra la superficie piana d' un corpo molle (per modo d' esempio, del sego, della cera, del loto) ergervi uno stilo

acutissimo al basso, nella cui cima fosse adattata una scodella, in maniera che non si movesse: indi lasciava cadere a piombo da varie altezze una palla dello stesso diametro, che la cavità della scodella, per vedere quante parti dello stilo si sprofondassero nel corpo molle: non è però, che tal maniera non patisca diversi incomodi. Il grand' incomodo egli è comune a tutte le maniere di fare sperienze di questi generi, che si usano cagioni ineguali per conoscer ineguali effetti; per lo che stimai meglio procurar d' avere effetti uguali: imperciocchè tanto più evidenti senza dubbio si scoprono le verità, quanto più facili posson aversi gli sperimenti.

CXVIII. Io avea conficcato con chiodi ad un pavimento equabile un vaso, in cui eravi del sego gelato all' altezza di sei once, in maniera tale, che la superficie di sopra del sego, la quale era piana, dappertutto egualmente fosse distante dalla superficie del pavimento. Io avea fatto fare due palle, di grandezza affatto uguali, di cui una era di piombo, l' altra di ottone, e quest' ultima avea le parti di mezzo un pochettino cave; sicchè pesando la prima due libbre, una sola ne pesava la seconda. Queste palle stavano appese a de' fili dalla travatura in modo, che direttamente sovrastavano al vaso pieno di sego, e dalla superficie del detto sego, eran lontane con tali distanze, che la distanza della palla più leggera dalla superficie del sego era doppia della distanza dell' altra palla più pesante. Poi tagliati li fili, le palle cadendo nel sego a piombo, vennero a fare simili, e del tutto uguali fosse nel sego stesso: indizio manifestissimo, che un corpo d' una libbra nel cader facendo uno spazio, che venga espresso col numero binario pria di ridursi a quiete, fa un effetto uguale a quello d' un corpo di due libbre, il quale cadendo percorre uno spazio da esprimersi coll' unità. Ne seguita dunque che si stabilisca, allora essere uguali le forze vive de' corpi cadenti, quando i loro proprj pesi tengono ragion reciproca di quella, che hanno gli spazj percorsi da essi nel cadere: e poichè questi spazj sono nella proporzione medesima co' quadrati dei numeri esprimenti le velocità, si fa chiaro anche dallo sperimento, essere la forza viva d' un corpo cadente, ciò che si produce dal corpo medesimo, moltiplicato o nello spazio che il corpo percorse cadendo o nel quadrato del numero, con cui si esprime la velocità dello stesso corpo nel termine del moto. E non feci già questo sperimento una volta sola, ma più volte cangiate le palle, variate le distanze, mutato il corpo, in cui dovevan lasciarsi cadere le palle, cioè sostituendo del loto, o della cera molle: e pure dalla medesima costanza degli effetti sempre osservata, facilmente parvemi di comprendere sempre essere la stessa, la maniera della natura in questo particolare.

CXIX. Pertanto bona cosa è avvertir questo: le forze de' corpi

mossi in quegli effetti, nel produrre i quali tutte le forze si consumano (come restarono consunte tutte le forze delle nostre palle nel fare quelle fosse nel sego) si osservano essere in ragion composta della ragion semplice de' corpi, e della duplicata delle velocità. Imperciocchè le forze de' corpi mossi, o sia che li moti nascano dalla gravità (come que' moti delle palle) o sia che nascano da qualunque altra cagione, sono della natura medesima; perciò n' avviene dalle cose già dette, e ne siegue, essere le forze vive di tutti i corpi mossi in ragione composta della ragion semplice de' corpi, e della duplicata delle velocità; il che ottimamente s' accorda con ciò, che fu dimostrato dal Leibnitzio, e dal Bernoulli. Che se nel produrre li loro effetti non restino consunte le forze, si potrà calcolare quanto sieno più deboli: ed in fatti apparisce, essere tanto grande l' affinità de' moti naturali, benchè varj, che tutto quello, che dicesi degli effetti intieri de' corpi mossi, non poco giova per intendere la natura di quegli effetti ancora, i quali non possono chiamarsi con questo vocabolo d' effetti intieri.

CXX. Avendo io poi inserite in questo libro molte particolarità, confacenti alle cose proposte, ed essendomi presa la libertà di così fare come per un certo costume, che praticasi, desidero che siami anche permesso di frapporvi alcune poche altre cose intorno al moto, che nasce dalla percussione de' corpi, affinchè apparisca qualche ulterior uso del calcolo delle forze de' corpi mossi. Ed intorno al concorso de' corpi (i quali io suppongo affatto elastici) dirò del caso appunto, in cui uno più veloce va ad urtare in un altro o quieto, o di moto più lento. Egli è da per se medesimo assai chiaro, in un tale concorso di corpi non poter perire neppure un atomo delle forze vive; perciocchè dove non vi è cagione, che vaglia a distruggere qualche cosa, è necessario che la cosa resti intieramente la stessa: ciò che avviene nell' abbattimento de' corpi elastici, per cui la forza viva tutta, o in parte dall' un corpo passa nell' altro; e nulla succede, onde alcuna parte di quella possa restare distrutta. Sono poi le forze vive (e dianzi lo abbiamo (*CXIX.*) dimostrato) come i quadrati delle velocità, e possono concepirsi più velocità uguali in qualunque corpo, siccome l' istesso corpo si concepisce diviso in più parti uguali (da esprimersi co' numeri); perciò la forza viva del corpo debbe riferirsi al numero, che vien prodotto dalla moltiplicazione di quel numero, la cui radice quadrata denota la velocità del corpo pel numero delle particelle, vale a dire per l' istesso corpo.

CXXI. Ciò dunque posto, se siavi un corpo più veloce, che corra ad urtare in un altro più tardo (è solito, che urtare si dica que' corpi, i quali corrono, e vanno a cadere sopra degl' altri) e si chiami il corpo più veloce M, la velocità di lui V; il corpo più tardo

m, e la velocità di questo u; sarà la forza viva in quello MVV; ed in quest' altro muu; la somma delle quali forze se pria dell' urto sia uguale a qualche data quantità b^3 (cioè venga ad aversi questa equazione $MVV + muu = b^3$) sarà ancora, com' è chiaro dalle cose poch' anzi dette, dopo l' urto la stessa che innanzi, la somma delle forze, cioè $= b^3$.

CXXII. Ed essendo il moto ciò, che producesi dal corpo medesimo moltiplicato per la propria velocità, sarà il moto del corpo $M = MV$, e quello del corpo $m = mu$. Egli è poi manifesto sì per via di ragione, che per via degli sperimenti da quel sì eccellente, ed illustre indagatore dell' opere della natura, vale a dire da Isacco Newton, e da altri per dottrina, e per industria chiarissimi, non mutarsi dall' urto la somma de' moti de' corpi, che urtansi: dunque se innanzi l' urto la somma de' moti ($MV + mu = aa$) era uguale ad una qualche data quantità aa; sarà uguale alla medesima quantità anche dopo l' urto.

CXXIII. Per questo se poniamo dopo l' urto de' corpi M, e m, essere la velocità ignota, che resta del corpo M, $= x$, e l' ignota velocità del corpo m, composta della prima, e di quella che vi si aggiunse nell' urto istesso $= y$; noi potremo già comporre (*CXXI.*) quest' equazioni $Mx + my = aa$, e $Mxx + myy = b^3$; dalle quali caverassi che cosa vagliono le ignote.

CXXIV. Imperciocchè separate, e levate x, e y, si faranno due equazioni, nelle quali, se in luogo di aa, a^4 b^3 si sostituiscano le quantità cognite loro convenienti, si formeranno queste due altre equazioni, $y = (2MV + 2mu - Mu) : (m + M)$, ed $x = (MV - mV + 2mu) : (m + M)$: le quali formole convengono appuntino con quelle, che posero nella meccanica (cart. 630) il celebre Wolfio, e nella Foronomia (cart. 119) il celebre Ermanno. Quindi facilissimamente poi si ricaveranno tutti li teoremi spettanti all' urto de' corpi elastici: e col variare l' uno, o l' altro segno (sicchè sempre si conservi la medesima differenza de' moti contrarj) si caveranno parimente tutti li teoremi spettanti ai moti de' corpi, che insieme s' incontrano.

CXXV. Le quali cose benchè vengano con altro artificio da altri dimostrate, da diversi assumendosi diversi principj, e tra le cose da dimostrarsi ponendo quelle, o almen l' una, o l' altra di quelle, che noi mettemmo per principj (poichè osservai, una di quelle essere stata dal celebre Ermanno adoperata per principio); io però stimo, essere assai buona cosa, se come principj particolarmente ponganasi queste cose, che in qualunque urto si scorge mantenersi dalla stessa natura costantissimamente.

CXXVI. Ma dalla materia, che col proposito nostro ha dell' affinità,

ritornerò al proposito stesso, e mi rimetterò in sentiero, di dove io mi era partito. Abbiamo veduto, essere le forze vive de' corpi mossi in ragion composta della ragion semplice de' corpi, e della duplicata delle velocità: resta che indichiamo alcune poche cose intorno alla dimostrazione del perchè sieno le dette forze in tale ragione. Io stimo esserne stata ritrovata la dimostrazione, ma non però data in luce. Di essa così dice il Leibnitzio (negli *Atti degli Eruditi*, anno 1695 cart. 154). *Già io arrivai al vero calcolo delle forze, e per dir vero, sempre al medesimo per diversissime strade, per una strada* a priori *(cioè colla dimostrazione, di cui qui adesso si parla) dalla semplicissima considerazione dello spazio, del tempo, e dell' azione (il che in altro tempo esporrò); per un' altra strada* a posteriori, *calcolandone appunto la forza dall' effetto, che ella produce nel consumarsi*. E l' Ermanno scrisse in questi termini (nel libro altre volte citato, intitolato: *Phoronomia*, cart. 113). *In questo calcolo delle forze seguitiamo la scorta dell' illustre Leibnitzio, il quale in più d' un luogo negli* Atti degli Eruditi *accennò bensì lo stesso calcolo, non però dimostrollo, tuttochè dimostrativamente possa farsi vedere, come forse in altra occasione ciò noi dimostreremo*.

CXXVII. Debbono mettersi in certa maniera sotto gli occhi queste tre cose, la grandezza delle cagioni del moto, le velocità, e gli effetti interi: perciocchè, un' accurata contemplazione di queste cose tutte può molto giovare a capire, che cosa faccia, che gli effetti interi de' corpi mossi abbian quella proporzione medesima, la quale hanno i quadrati delle velocità degli stessi: e già sembra rendersi certo dagli sperimenti, essere gli effetti interi nella medesima proporzione co' quadrati delle velocità.

CXXVIII. Che poi le cagioni del moto sieno nella stessa ragione con quegli effetti interi, che sono in ragion duplicata delle velocità, è cosa ben verisimile: perciocchè, primieramente negli *Atti degli Eruditi* (si è da noi (*CX.*) altrove accennata qualche cosa) vi sono alcune proposizioni del Leibnitzio, onde sembra ciò essere stato da lui approvato: e poi oltre l' autorità di quel grand' uomo, non vi manca una molto evidente ragione; perciocchè qual cosa può essere più credibile, quanto che gli effetti abbiano la stessa proporzione, che hanno le cagioni lor proprie, e convenienti? Così giova credere, che le cagioni di que' moti, e di quegli effetti, nel produrre li quali tutte restano consunte esse cagioni, sieno nella stessa ragione cogli effetti medesimi, e perciò sieno in ragion duplicata delle velocità. O sia poi che le cagioni del moto spendano più lungo tempo per consumarsi, o sia che ve ne spendano meno, debbe sempre osservarsi, essere cosa concorde alla verità che tanta forza ricercasi nella cagione per produrre qualche effetto, quanta forza nel produrre lo stesso

effetto impiegarsi si osserva (poichè dal solo tempo non viene essa forza aumentata); quindi dal tempo non farsi, che le forze effettrici de' moti, e per conseguenza le cagioni de' moti non abbiano quella medesima proporzione, che hanno gli effetti interi, pe' quali esse restano consumate.

CXXIX. Essendo questo di tali cose lo stato, assai chiaro si palesa il luogo, ond' è la fonte da cercarne la dimostrazione; ed in tal luogo (come se si trasformasse la questione) quello sembra essere il capo che si cerchi, onde avvenga, che le velocità abbiano la stessa ragione, che hanno i lati quadrati delle cagioni de' moti: il che giudichiamo doversi dichiarare: perciocchè non possiamo già trattare, come se fossero diverse le cose, che per uniformità di natura tra di loro sono connesse; ma pare esservi poi alcune cose, le quali debbano antecedentemente esaminarsi, e ponderarsi, come conviene, per poter recar lume a quella ricerca. E non sarà forse buona cosa riflettere a ciò, che prima di tutto agisce ne' corpi, affinchè sieno mossi, o sia al modo, con cui prima di tutt' altro si fa impressione ne' copi, mossi poscia con una certa velocità, e con cui non già in istante, ma sibbene dopo innumerabili azioni della cagion movente acquistano quella certa velocità gl' istessi corpi, intanto che percorrono un qualche determinato spazio con moto accelerato? E non gioverà d' aver ponderate l' azioni con cui un corpo cadente, per modo d' esempio, dalla quiete per un dato spazio viene accelerato in ciaschedun punto dello spazio medesimo? Le quali azioni se vengano rappresentate per l' applicate corrispondenti all' ascisse, che rappresentino gli spazj percorsi dal corpo cadente, il Newton (nei *Principj matematici della Filosofia naturale* cart. 112) ed altri stabilirono, l' area formata da queste applicate (come quella, che può esprimere la somma di quelle azioni) essere come i quadrati delle velocità corrispondenti. Ma se non potesse così la cosa perfezionarsi, proporrò io forse doversi cercare, se l' inerzia propria della materia debba riputarsi per un modo, con cui conseguire si possa questa dichiarazione, che rimane?

CXXX. Ma sia come si voglia, per ora non istabilirò cosa veruna intorno a ciò, e mi basterà l' averne fatta la proposizione. Io per me amo meglio attendere il giudizio altrui intorno a tali cose, ed intanto sospendere il mio assenso. Per lo che ora non mi resta da aggiugnere a questo libro cosa alcuna di vantaggio; perciocchè tralascio, che poste le cagioni del moto in ragion duplicata delle velocità, forse vi saranno di quelli, i quali stimeranno alcune argomentazioni già divolgate, appartenenti alle velocità dell' acqua, che esce da' forami de' vasi, ed a non so che altri moti de' corpi, potersi di bel nuovo ridurre (come si suol dire) alla lima, ed all' incude. Che

se io avessi dovuto ritornarmene a' moti dell' acqua, senza dubbio io avrei aggiunto, che è stato determinato dai signori Giovanni Bernoulli, e Giacomo Ermanno (negli *Atti degli Eruditi* dell' anno 1716 cart. 372) *che l'acqua per forami minori esce da' vasi con una velocità uguale a quella, che acquistar può una goccia d'acqua colla discesa sua accelerata da un' altezza pari a quella, che tiene l'acqua sopra del forame:* ora fu calculato, che un grave cadendo col moto accelerato, percorre in un minuto secondo di tempo piedi 15, e 1 : 12, cioè pollici 181, e che perciò l'acqua uscendo per un forame, sopra del cui centro alta sia l'acqua pollici 181, debbe esciere con tale velocità, quale al termine del moto conviene ad un grave cadente dall' altezza di pollici 181; ma ch' io ho negli sperimenti osservato (atteso anche il ristringimento dell' acqua) essere assai minore la velocità della stess' acqua; che dunque debbesi cercar d'avvantaggio sopra tali cose; e che le velocità de' gravi cadenti, e le velocità dell' acqua che esce, ed una certa tenacità dell' acqua (benchè questa io non la stimo molto), e simili cose in tal forma osservate, e considerate, possono recar lume non oscuro non solamente l' una all' altra tra di loro, ma ancora a tutta la meccanica scienza.

LETTERA

DEL MARCHESE GIOVANNI POLENI

AL SIGNOR

GIO. JACOPO MARINONI

MATEMATICO DI S. M. C. C.

NELLA QUALE SI TRATTA DI ALCUNI SPERIMENTI INTORNO ALLE ACQUE CORRENTI.

Quanto sia utile qualunque cosa, che possa in alcuna maniera servire di accrescimento alla scienza dell' acque correnti, lo sapete voi, dottissimo signor Marinoni, a cui per la vostra eccellente cognizione di tutte le matematiche discipline, nulla intorno alla dottrina, che ora fiorisce del moto dell' acque, sta ascosto. Perciò io ho determinato di esporre sotto gli occhi vostri purgatissimi la descrizione di alcuni sperimenti da me fatti pochi giorni sono. Ma pria di far di essi parola è necessario il dire, come sia accaduta l' occasione di porvi mano. Mi erano stati recati in quel tempo tre volumi scritti in lingua Italiana, stampati l' anno innanzi, che sono intitolati: *Raccolta d'autori, che trattano del moto dell' acque*. Leggendo io questi, a caso trovai un certo luogo (vol. II. pag. 511.), nel quale il rinomatissimo padre abate Guido Grandi parla di certa proprietà dell' acqua corrente, per ispiegar la quale soggiugnerò un teorema proposto da' signori Giovanni Bernoulli, e Jacopo Ermanno, uomini l' uno, e l' altro d' alto grido, negli *Atti degli Eruditi, che si pubblicano in Lipsia anno* 1716: egli è questo: *l' acqua per minori pertugj esce da' vasi con celerità pari a quella, che una doccia d' acqua può acquistare dall' acceleramento della discesa per un' altezza, a quella dell' acqua sopra del pertugio uguale;* ed il dottissimo Abate protesta, che sembra dagli sperimenti dimostrarsi, la celerità dell' acqua che esce da' pertugj, in realtà essere assai minore di quella, che determina il citato teorema: ed a meraviglia gli piace il parere, che il Mariotte espose nel suo trattato del Moto dell' acque, Part. III. Diss. II., dove narra esso Mariotte, di avere da molti sperimenti, con somma diligenza fatti, chiaramente compreso, che da un

buco rotondo di tre linee di diametro, quando sia il centro 13 piedi sotto la superficie suprema dell' acqua stagnante in un largo vaso, in un minuto di tempo escono 14 misure d' acqua tali, che 35 di esse fanno un piede cubico. Quelle 14 misure poi le ritrovo quasi eguali a 691 pollici cubici. Posto dunque il parere del Mariotte, conchiude il citato p. abate Grandi, che l' acqua fluente dal sopraddetto buco rotondo formata in cilindro, del quale sia la base lo stesso forame, si stenderebbe in lunghezza di piedi 1148; e che tanta paresa essere la velocità di quell' acqua; ma che questa stessa velocità è minore di quella, la quale conseguisce un corpo grave cadendo da un' altezza di soli 12 piedi: poichè acquistata tal velocità, quel corpo percorrerebbe in un minuto di tempo 1440 piedi; ma cadendo da un' altezza di 13 piedi, ne farebbe in circa 1493. Il che stabilito, dice di voler lasciar ad altri la briga di sciorre questa difficoltà, ed asserisce, che tal soluzione vantaggerebbe di molto la scienza di cose di tal genere.

Nel leggere tutto questo mi sovvenne di quanto in tal proposito avea io una volta scritto. Nel mio libro *de Castellis*, dato in luce l' anno 1718 (nella pag. 64 dell' edizione latina, ai versi 24, e 26 chi considererà i versi precedenti, senza che io lo dimostri, chiaramente vedrà, che in vece di *lineas*, si dee leggere *pollices*, ed al verso 27 *pollicum*, in vece di *linearum*) in quel libro, dico, avea io scritto di non aver ritrovato andar d' accordo gli sperimenti, ed il citato teorema considerato anche il ristringimento dell' acqua; ed avea giudicato la velocità dell' acqua, che vien fuori dai forami de' vasi, osservata negli sperimenti essere molto minore; e perciò di tali cose restar un non so che di più da cercarsi. Ma dopo che fu alle stampe il libro, fatto il calcolo, e l' esame di molti altri sperimenti di più (perchè pochi innanzi ne aveva io esaminati), e considerate quelle cose, che sono più all' affare coerenti, fui costretto temperare, e quasi cangiare quel mio parere; poichè gli sperimenti ben dappoi esaminati diedero a divedere, che una tale celerità spesse volte si ritrova non molto minore; e così m' indussi a credere, che gli sperimenti non valevano, nè facevano punto contro il teorema proposto a tal nuovo mio parere il feci pubblicare nelle Gazzette degli Eruditi d' Italia a cart. 9 dell' anno 1718 Tom. XXXI. stampato l' anno 1719.

Per esaminare dunque tale materia, per la seconda volta ripresi in mano le mie carte, in cui avea io registrati gli accennati sperimenti, e molt' altri fatti dipoi. Nell' esaminarli colla dovuta accuratezza, meglio, e più attentamente io applicava a certi fenomeni, all' occasione de' quali mi si riducevano in mente alcuni teoremi, che io mi ricordava d' aver letti; ma come io non poteva arrivare alle cagioni de' medesimi fenomeni, così nè sapeva io ben capire, ne

sembravami potersi capire, come salvi quegli sperimenti, ricever si possano que' teoremi, o come possano colla verità del fatto accoppiarsi insieme. Ma ora fermar ci dobbiamo nel proposto argomento; per trattar meglio del quale, stimai bene il tentare alcuni sperimenti, a quello del Mariotte per l' altezza dell' acqua, e per la grandezza de' lumi somiglianti.

Feci fare un gran cannone (per venire a capo dell' intento) lungo 14 piedi reali di Parigi (e questi sono li piedi, di cui sempre mi servo) che nel suo capo al di sopra costava di un altro vaso più capace; ed alla parete del cannone vi adattai alcune laminette, e poi alcuni cannelli ad una tale altezza, sicchè li centri de' lumi venissero ad essere 13 piedi sotto la suprema superficie dell' acqua. In quel luogo la parete del cannone era fatta più sottile; ma non voglio abusarmi della sofferenza di V. S. Illustrissima con lo stendermi nel descrivere il travaglio, e lo studio, che ho posto nel fare tali sperimenti. Soggiugnerò solamente quanto giudico essere affatto necessario da sapersi: vale a dire, che io chiamerò con il nome lumi, le sezioni de' cannelli, e de' forami (di qualunque figura si sieno) per i quali *fuori* del cannone l' acqua fluisce; che i lumi de' forami, e dei cannelli adoperati negli sperimenti, avevano tutti la figura circolare di tre linee di diametro, ed erano perciò tutti uguali; ch' io per pigliar l' acqua, che veniva fuori, mi sono servito di un vaso di bocca stretta capace di 2520 pollici cubici d' acqua, che facendo io il computo di tutto, ritrovai, che il cubo cangiato in cilindro, la cui base era un cerchio di diametro di tre linee, si sarebbe steso in una lunghezza di piedi 2933; che io tenuto conto di tutto il tempo, nel quale s' empiva il vaso, segnai quanto d' acqua in ogni minuto ne usciva, che finalmente iterai, e reiterai quegli sperimenti, li quali sono per esporre: e che se talvolta tra varie prove parea esservi differenza d' uno, o due minuti secondi, pigliai il numero di mezzo, o mi rapportai a' numeri consentienti, ed uguali.

Il mio primo sperimento (di quelli, che voglio ora riferire) il feci con un forame rotondo scavato in una sottile foglia di ferro; e in tempo d' un minuto uscirono 607 pollici cubici d' acqua.

Per fare il secondo, adoperai un forame rotondo del già detto diametro di tre linee, cavato in una laminetta d' ottone di grossezza poco più d' una quarta parte di una linea: e la metà di tal grossezza nel buco era intatta; l' altra metà poi, limato via per dir così, l' angolo, avea figura della superficie d' un frusto d' un cono rettangolare (il raggio della cui base era uguale all' altezza dello stesso cono), ed essendo in tal maniera la lametta posta, che la parte intatta corrispondea alla concavità del cannone, in tempo di un minuto uscirono 627 pollici cubici d' acqua.

Il terzo sperimento lo feci colla medesima lametta, ma posta in diversa maniera, cosicchè la superficie da quella parte, dalla quale l' estremità del forame era intatta, fosse di fuori; ed osservai, che in ispazio d' un minuto uscirono 713 pollici cubici d' acqua.

Per fare il quarto sperimento mi servii d' un cannello, la di cui cavità corrispondeva alla figura di un cilindro lungo tredici linee; ed 809 pollici cubici d' acqua, vennero fuori in un minuto.

Nel quinto sperimento adoperai il medesimo cannello, che nel quarto; ma pria le feci accorciare due linee, e feci limare l' uno de' due orifizj all' indentro, in maniera che esso orifizio avesse la figura d' un pezzo della superficie d' un cono, simile a quella che io aveva (come ho detto) data al foro della piastrella. Passando l' acqua per tal apertura nel cannello, in un minuto di tempo escirono 889 pollici cubici d' acqua.

Anche pel sesto mi sono servito del medesimo cannello, ma accorciato quattro linee, e così non più lungo di linee sette. Pigliandosi parimente l' acqua dalla medesima limata apertura, dentro il tempo d' un minuto vennero fuori 905 pollici cubici d' acqua.

Dopo di aver narrati tali sperimenti, pria di tutto proporrò una cosa, la quale accennai anche nel mio libro *De Castellis*, cosa, che a mio parere dev' essere attentamente considerata, ed intesa: voglio dire, che per determinare quanto di acqua in un dato tempo possa uscire per un dato forame, o canale, si dee aver riguardo non solo all' altezza dell' acqua, che col suo premere cagiona il discorrimento; ma di più determinato il lume del forame, o dell' cannello, pel quale scorre l' acqua, si dee con attenzione somma determinare quale, e quanto grande sia il resto della figura del forame, o del cannello; poichè è più chiaro del Sole, che negli addotti sperimenti per la varietà delle figure de' cannelli, anche diverse quantità d' acqua per lumi eguali escirono.

Ora se paragonar vogliamo con quel del Mariotte il terzo nostro sperimento, troveremo, che questi due ben vanno d' accordo; essendochè nel nostro in tempo d' un minuto uscirono 713 pollici cubici d' acqua, e in quel del Mariotte 691. Laonde, oltrechè in ambidue furono le altezze sopra i centri de' forami eguali, eguali i lumi, eguale il tempo; quindi io argomento, che in ambidue tra le figure de' forami vi fosse tal proporzione, per la quale ne potessero riuscire flussi di acqua quasi eguali.

Veniamo ora alla velocità dell' acqua, mentre per li pertugj de' vasi scaturisce. Queste velocità vengono da alcuni dotti determinate dalla lunghezza del cilindro, o parallelepipedo, che per base ha il lume, d' onde esce l' acqua, e colla sua solidità uguaglia la quantità dell' acqua stessa. Tenendo questo metodo, trovo, che la velocità

dell'acqua discorrente nel sesto sperimento fu tanta, con quanta, in ispazio d'un minuto un corpo con moto equabile percorsi avrebbe circa 1536 piedi. Pertanto si vede, che tal velocità non solo non fu molto minore di quella, che compete ad un corpo, dopo d'essere dall'altezza di 13 piedi disceso, ma che fu anzi maggiore; poichè a tal corpo tale velocità converrebbe (come per giudizio del dottissimo abate Grandi abbiamo detto) sicchè potesse esso corpo in un minuto di tempo con moto equabile trascorrere 1493 piedi. Quindi si rileva anche quanto sia discordante il paragone da quello, che fece il testè lodato Autore, quando adoperò lo sperimento del Mariotte.

Che se vogliamo presupporre, come giudicò Cristiano Ugenio, che un corpo cadendo faccia nello spazio d'un minuto secondo 15 piedi, ed un pollice, che sono pollici 181, troveremo, che ad un corpo, cadente da un'altezza di 23 piedi conviene una tale velocità, che in un minuto con equabile moto possa trascorrere 1680 piedi. Se questo numero si collazioni col numero 1536 concernente il nostro sperimento, non si troverà l'un dall'altro differente nè anche di una decima parte del primo numero.

Ma siami lecito l'esporre il mio sentimento circa il determinare tali celerità, per solo amore di quella verità che si cerca. A tal fine dunque dirò, che le tratte dell'acqua, che usciva sì dai buchi delle laminette, come dalle cannelle (delle quali si è parlato negli addotti sperimenti) nella foggia medesima misurate, furono ritrovate toccare a distanze uguali: se non che (per opposito di quelle che indicar sembravano le quantità d'acqua) quella, che usciva per i buchi delle laminette, si osservò andar più lontana di quella, che usciva per i cannelli. Quindi facilmente s'intende, che le velocità dell'acqua furono quasi in tutti gli sperimenti uguali. Nè già fu questa la prima fiata, che io tali cose osservassi: anzi a motivo di simiglianti osservazioni avea io notato, che la considerazione delle parabole, le quali con getti d'argento vivo avea provato descrivere il Blondello, potrebbe esser utile per fermare con varj saggi il teorema dal bel principio addotto. E qui porterebbe l'incontro di recare di tal cosa la spiegazione: ma la mia lettera, omai lunga abbastanza, non permette, ch'io dal soggetto proposto degli sperimenti col discorso m'allontani.

Ne' quali posciachè le velocità osservate furono quasi eguali, per questo io sono di parere, che il metodo di determinare le velocità dalla configurazione dell'acqua o in cilindri, o in prismi (della quale or ora si è detto) non si possa tenere per sicuro, e certo; poichè la quantità dell'acqua, che uscì negli addotti sperimenti, non divenne minore, o maggiore a solo motivo di maggiore, o minor velocità; ma anche per questa cagione, perchè per lumi eguali, ed in

spazio di tempo eguale le gocce d' acqua in alcuni sperimenti uscirono più calcate, e perciò in maggior copia; in alcuni più rade, e perciò in minor quantità: per lo che furono più fissi li filamenti dell' acqua nell' uscire nelle vene di quelli, più rilassati nelle vene di questi. E per dir vero, quando esce l' acqua da' forami delle laminette, è cosa evidente, che il filar d' essa è più raro; poichè il diametro della vena, o sia funicella dell' acqua che esce, apertamente vedersi minore di quello del lume, come anche narrato abbiamo nel nostro libro *De Castellis*. Quando poi l' acqua esce dai cannelli, sebbene il diametro della vena è tanto poco dal diametro del lume dissomigliante, che di tale differenza (come già nel citato libro detto abbiamo) non si può cosa certa stabilire; ad ogni modo i filamenti dell' acqua anche in tali discorrimenti possono essere più, e meno fissi: poichè se per lumi uguali con celerità eguale nel quinto esperimento venne fuori dalla cannella più d' acqua, che nel quarto, e nel resto più che nel quinto; chi mai si può persuadere, che nel sesto i filamenti non fossero più fissi, che nel quinto, e parimente nel quinto più ristretti che nel quarto?

Ma ancorchè ritenere volessimo il metodo di determinare le velocità pria insegnato, e sostenessimo, il divario di sopra rilevato tra il numero 1680, e 1536 non potersi attribuire a cagioni estrinseche; nientedimeno io starei fermo in questo parere (l' opinione sembrerà per avventura simile ad un paradosso) e terrei per certo, che gli sperimenti dimostrano, doversi attribuire all' acqua velocità maggiore di quella, che apparisce negli stessi sperimenti. Per dilucidar la qual cosa, osserviamo, che nel primo sperimento vennero fuori 607 pollici cubici d' acqua, nel terzo copia maggiore, cioè pollici 713, sebbene i ambidue gli sperimenti si consumò eguale spazio di tempo, e l' altezza dell' acqua stagnante fu la medesima, e la medesima ancora senza dubbio la forza, e la pressione dell' acqua, derivando queste dall' altezza stessa. E dopo d' aver tuttociò notato, e diligentemente atteso, qual cagione inventar potremmo della differenza tra li pollici 607, e li 713, se non presumiamo, che nel primo sperimento una maggior parte d' acqua, che nel terzo, impedita fosse dal poter agire, e stillar fuori? E chi non vede, doversi certamente conchiudere il medesimo, se si faccia nella stessa maniera il paragone tra gli altri sperimenti?

Per la qual cosa, se le dissimili interne parti delle laminette, nelle quali erano i lumi incavati, le differenti grossezze, o la figura cilindrica delle cavità dei cannelli, o le diverse lunghezze di essi, o il minimo mutamento dell' estremità poterono fare, che nel secondo sperimento discorresse più d' acqua che nel primo, nel terzo più che nel secondo, e così dappoi; se nel distillar dell' acqua dalle cannelle

nel quarto sperimento, non vi era indizio, che i filamenti, onde componesi la vena d' acqua, potessero divenir più ristretti, che pur nel quinto più ristretti divennero, ed ancora più ristretti nel sesto, se dico, la cosa sta così, perchè non giudicheremo, che se ai forami, e laminette si sopraggiungeranno alcune a noi per ora ignote circostanze, allora in un settimo nuovo saggio esca quantità maggior d' acqua di quella del sesto nostro, e così dipoi, finattantochè anche nella quantità dello scorrimento comparisca tutta quant' è la forza dell' acqua soprappremente, e quanto può chiaramente soddisfare al teorema da principio appresentato?

Pertanto, comunque le proposte velocità considerar si vogliano, io certamente sospetto, che per mezzo delle cose fin qui esposte si possa arrivare quasi a conoscere del tutto, come quel teorema concordi con gli sperimenti. Ma non sospetto già; che anzi so di certo, che i mezzi utili per sciorre la difficoltà proposta non sono egualmente opportuni per ispiegare un altro avviluppato dubbio; cioè per intendere onde addivenga, che in altre delle figure descritte in una certa proporzione si aumenti il discorrimento dell' acqua, in altre in un' altra. Nelle cagioni, onde nascono questi varj discorrimenti, e queste proporzioni diverse, io stimo, che sieno poste quelle difficoltà, che interchiudono l' adito a comprendere chiaramente la natura degli efflussi dell' acqua, che esce dai vasi per cannelli, o forami.

Che se per facilitar la via dirò, che si deve ponderare, qual differenza vi sia tra l' uscita dell' acqua per un cannello cilindrico, di cui una parte penetri l' acqua del vaso, e tra l' uscita pel medesimo cannello unito al buco incavato in una laminetta, il qual buco sia eguale alla base del cannello: se dirò, che l' acqua ha genio (per dir così) di seguire l' interne parti de' cannelli, come si dà a vedere quando al cannello, per il quale esce l' acqua, si adatta un più lungo, e più capace cannello di vetro a guisa d' una grande guaina, in maniera che una parte dell' acqua scorrente venga a ferire la parte superiore della cavità di cotesto cannello; imperciocchè allora l' acqua che esce dal doccion maggiore, forma una vena di diametro tale, quale è appunto il diametro della canna maggiore; nè già una tale distensione sembra doversi attribuir tutta alla riflessione dell' acqua: se dirò che le gocciole d' acqua che escono da' buchi incavati nelle laminette, tosto dopo l' uscita descrivono linee curve, le quali però non sono precise parti delle parabole, che dopo descrivono: se dirò, che dopo d' aver riscontrati gli sperimenti che si fanno, uscendo l' acqua per lumi maggiori, con quelli che si fanno scaturendo l' acqua per lumi minori (sebbene l' altre circostanze sono simili, anzi pari) non si trova per questo la medesima ragione

tra gli efflussi per li buchi incavati nelle laminette, e i discorrimenti per le canne; quando avrò detto tutto questo non avrò detto niente, o certo molto poco per appianare la strada al quale oggetto vi si richiede l' invenzione di troppe cose forse anche d' un solo accidente: come (per servirmi d' un chiaro esempio) casualmente s' ebbe notizia, che la calamita tende in verso il Polo; dalla qual cognizione poi ne nacque un nuovo genere di sperimenti, ma senza la quale, sappia Dio, quando i Filosofi, e i Matematici avrebbero l' animo a tal sorta di sperimenti applicato. Ma il fin qui detto è anche troppo; il che però sembrerà, come penso, vantaggioso, se si volgerà il pensiero ai moltiplici teoremi concernenti la dottrina dell' acque correnti, li quali dagli uomini dotti sono stati ad un certo modo dedotti dalle leggi con cui varie quantità d' acqua in varie circostanze fluiscono da varj lumi.

Comunque poi nel ponderare queste mie cose sbagliare io possa, non per questo tutto quello, che ora do, sarà di poco momento: poichè aggiungo a questa lettera un trattatello circa la misura dell' acque correnti di Giovanni Buteone matematico illustre del suo tempo, cavato dalle sue opere geometriche, stampate in Lione l' anno 1554; le quali opere essendo assai rare, nè trovando io farsi di cotesto libretto menzione dagli Autori, che dopo esso Buteone scrissero dell' acque correnti, giudicai poter esser utile a me il dare in luce con una nuova edizione lo stesso libretto. Perchè poi abbia io così giudicato, si rileverà tosto che si osserverà, trovarsi in quello molte cose, che possono dare alcun lume al nostro Frontino. Intanto chi leggerà esso trattatello del Buteone, anche senza molta applicazione, apertamente vedrà, quanto quell' uomo valente si fosse persuaso, non potersi tralasciare di far parola di Frontino da chi volesse pigliar da principio la dottrina della misura dell' acque correnti. Certo che da quel libretto ne viene un vantaggio non piccolo per conoscere qualche parte dell' Istoria della Scienza dell' acque correnti; per descrivere la qual istoria con ordine, ed acconciamente (almeno per mio privato comodo) confesso di essermi non mediocremente trattenuto nel leggere, e ponderare l' opere di molti Autori. E per rendere vieppiù chiari sì alcuni passi di quegli Autori, come alcuni altri di Frontino, vi aggiunsi alcune poche note, segnando anche gli articoli di Frontino secondo la mia edizione dell' opera del medesimo Frontino.

Nè già stimo cosa vile, e disprezzabile il dare in luce gli scritti altrui; anzi seguo li medesimi vestigj del ragguardevolissimo G. Gul. Leibnitzio, il quale avendo fatto per la seconda volta uscir alla luce un' opera di Mario Nizolio *intorno li veri principj, e il vero metodo di filosofare*, nella dissertazione, che esso Leibnitzio premise a quest' opera, dopo d' aver detto trovarsi alcuni, che portano certi

argomenti, onde stimano esser degni di riso gli Editori dell' opere altrui, poi soggiunge: *Ma poco senso mi fanno coteste dicerie, perchè da una parte dagli esempj di chiari uomini sono difeso, dall' altra poco mi querelo di comparire meno ingegnoso appresso tal sorta di critici, e mi basta riportar lode di studio, e di buona volontà.* Ch' io poi sia per riportar questa lode da Vostra Signoria Illustrissima, la di cui singolar benignità mi è già ben nota, non sia, ch' io punto ne dubiti, e mi lusingo anche, ch' ella sia per ricevere cortesemente altre mie fatiche.

Padova 21. Giugno 1724.

DELLA MISURA

DELL' ACQUA CORRENTE

LIBRETTO

DI GIOVANNI BUTEONE

Avendo li geometri insegnate molte cose sottilmente nel misurare coll' aiuto dell' acqua, come a dividere il tempo, a conoscere li diametri del Sole, e della Luna, a scoprire la misura dell' oro coll' argento, a concentrar bilici; oltre delle dette cose con istrumenti d' acqua, e con altre macchine ingegnose ne dimostrano delle altre molte, che meritano ammirazione. Ma non si trova però alcuno il quale con metodo certo, ed indubitato abbia insegnate le misure dell' acqua corrente. E pure, come tal cognizione è utile alla vita, così il non sapere tali cose è turpe, e da non tollerarsi nelle Scienze. Imperciocchè anche Archimede vien lodato per essersi in un trattato applicato intorno il numero delle arene, cosa per altro non molto appartenente ai bisogni della vita. Io stimo dunque di far cosa grata, ed utile agli studiosi, se con metodo stabile, e fermo determinerò la misura fallace, ed incerta presso gli antichi dell' acqua corrente.

Giulio Frontino uomo consolare avendo ricevuta la incombenza commessagli dall' Imperatore Nerva sopra l' acque, le quali appartenevano sì al comodo, che alla salubrità, e sicurezza ancora della città, scrisse un Comentario giusta la maniera da se tenuta, e da tenersi in quell' impiego intorno agli Acquedotti; nel quale *espose* quanto stimò coerente a quel proposito non meno eruditamente, che

diligentemente. Dal medesimo per miglior chiarezza dell' assunto prenderò molte cose da inserirle in questo mio trattato. Prima di tutto dunque li nomi dell' acque, che entravano nella città di Roma furono tali; l' acqua Appia, il vecchio Teverone, la Marcia, la Tepula, la Giulia, la Vergine, l' Alsietina, la quale anche Augusta chiamavasi, la Claudia, il nuovo Teverone (*art.* 4, 5, *e segg.*). Riferisce poi da quai luoghi, e da quante miglia lungi si cominciassero a condurre, con quanta cavità sotterranea, con quanta struttura, con quanti archi. Quindi espone l' altezza d' ognuna, le qualità delle misure, le distribuzioni di esse, quanta fosse la quantità d' ognuna dentro, e fuori della città, ed a qual quartiere, secondo il suo condotto, ognuna dell' acque servisse; quanti fossero i conservatoj pubblici, e privati, d' onde l' acque raccolte in varie parti si distribuissero: e con pari diligenza seguita a narrare quanta se ne concedesse per gli edifizj pubblici, quanta ad uso comune, quanta ai laghi, quanta a nome di Cesare, quanta ad uso de' privati per beneficenza del Principe. Si facevano le distribuzioni con certe, e determinate misure, che erano terminate da tanti cannoni di piombo, li quali mettevano capo ne' conservatoj dell' acqua, crescendo il nome loro con progresso numerale giusta le grandezze de' medesimi; (*art.* 25.) poichè la misura, che era la più usuale, si diceva di cinque, dal diametro di essa di cinque quarte di digito.

La qual proporzione procede anche nelle seguenti misure fino alla ventesima, crescendo in ognuna il diametro d' un quarto; come in quella di sei, la quale appunto ha di diametro sei quarti, e in quella di sette, che sette ne ha; e così progredendosi con tale aumento sino a quella di venti, la quale ne comprende sedici di cinque; (*art.* 29.) imperciocchè il circolo si ha al circolo come i quadrati de' diametri tra loro. Dalla ventesima poi all' altre seguenti più grandi si procede con altra proporzione, la quale nasce dal numero de' digiti quadrati, che si contengono nell' area o sia nel lume d' ogni misura, d' onde anche prendono il nome i cannoni: poichè quello che ha venticinque digiti quadrati di lume, fatto rotondo si chiama di venticinque; e similmente quello di trenta, e gli altri secondo l' aumento della quadratura de' digiti fino al centoventi: oltre la qual area non vi era maggior progresso ne' cannoni, che conducevano l' acqua, terminati nella maniera già detta. Ma Vitruvio da' cannoni di cinque non passa quelli di cento, dando a tutti una lunghezza di dieci piedi, e determinando li pesi secondo la capacità d' ognuno. Vuol egli ancora, che si comprendano li nomi delle grandezze dalla larghezza delle laminette, prima che fossero intorte a forma rotonda, cioè i digiti, che ciascuna (*art.* 25.) avea: poichè essendo stata la lamina di cinque digiti, della quale si è poi fatto il cannone, si

chiama di cinque; e della larghezza di cinquanta digiti di cinquanta, e così anche degli altri. Non usa però questo metodo, nè meno lo approva Frontino, perchè, come ei dice, è molto incerto; poichè, riducendosi la laminetta a forma rotonda, come dalla parte di dentro si ristringe, così da quella che guarda al di fuori, si dilata. Dal fin qui detto si vede, che si sono secondo li tempi variate le misure de' cannoni, e che quello di cinque di Vitruvio era più capace anche di quello di sei di Frontino; essendo che, quando una piastra larga cinque digiti, cioè venti quarti, si piega in cilindro, diventa nella base il diametro di sei quarte, e quattro undecime (1). Nè già per tale intorcimento si fa alcuna contrazione, come stima Frontino, specialmente in quelle di cinque, quando sieno le laminette fuse sottili; come nè anche nelle più grandi, se venga l'opra maneggiata bene da quelli, che lavorano il piombo. La misura di cinque era la più usuale, e più nota; per queste tutte l'altre misure non solo de' condotti, ma anche de' canali si riducevano ne' commentarj del Principe a misura di cinque (*Art.* 65.); ciò che fece Frontino, come in altre, così nell' acqua Appia: perciocchè dove si unisce con un ramo dell' Augusta, asserisce, che l'altezza dell' acqua si trova di cinque piedi; la larghezza poi d'un piede, e d'un dodrante. Si fanno, dice, di area otto piedi, e nove once, che sono quinte (*Quinarie*) mille ottocento venticinque. Nella qual somma v' è qualche cosetta di più del vero, poichè essendo un digito la decimasesta parte d'un piede, ed il lume d'una misura di cinque d'un digito, e cinquantuna ducentesima ventesimaquarta parte della già detta area d'un piede, e d'un dodrante, che sono digiti 2240, (2) si hanno quinarie 1824, più trentadue cinquantesime, e non già

---

(1) *Nè già per tale intorcimento si fa alcuna contrazione, come stima Frontino, ec.* Nè per questo ciò, che Buteone asserisce, egli lo dimostra con alcuna ragione: quando che l'esperienza sembra dimostrare, che la cosa è come Frontino giudicò; se però le lame non si pieghino intorno a de' solidi di figure cilindriche, convenienti alle misure proposte. Ma chi mai indovinerà se quegli artefici antichi si sieno di tali figure serviti?

(2) *Si hanno Quinarie* 1824. Io una volta ho trovato questa somma di quinarie mille ottocento venticinque, ed un quarto di quinaria, mezza oncia, e più, come ho scritto nella nota 5. all'art. 65, ed ora con iterati calcoli di nuovo ho così ritrovato: poichè Buteone, cui poco importava tener conto accurato d'ogni minuzia, adoprò numeri piccoli troppo, per determinar la proporzione tra un digito quadrato, ed una quinaria: poichè ben si vede, ch'ei giudicò così aversi un digito quadrato ad una quinaria, come si ha il numero 224 al numero 275; ma io posi esservj quella proporzione, che è tra 20736, e 25447. Torno al nostro proposito: se nella somma trovata da Buteone non vi è qualche cosa di più del vero, certamente alla vera somma qualche poco vi manca.

quinte 1848. Ma d'una sì piccola differenza (1) o l'Autore non ne fece conto, come in altri di lui calcoli, coll' esaminarli diligentemente scoperai, o che il luogo è corrotto, come di tratto in tratto, in tutto il libro, si leggono numeri malissimamente posti. Si modificavano anche in altra maniera li cannoni col crescerli per quinte, quando appunto nel medesimo lume se ne inchiudevano molti, ne' quali l'ampiezza del lume cresceva a proporzione delle quinarie, che vi si aggiuntavano. (2) Così un cannone di ottanta quinarie aveva il diametro della sua base proporzionale tra una linea di cinque quarti, ed una linea di cento digiti, oppure (ciò, che è il medesimo) tra due linee, (3) l'una due digiti e mezzo, e l'altra di cinquanta; e così nelle altre. La qual forma sebbene è la più artificiosa di tutte, e facile al computo, è però meno di tutte adoperata. (4) E questo avviene a mio credere per l'ignoranza dell'arte; poichè rarissimi furono in ogni tempo li geometri. In oltre si gettavano cannoni di bronzo (che furono detti calici) di lunghezza più brevi, ma colla medesima quantità di lume che gli altri, adagiati nel vivo, o nel conservatoio dell'acqua, ai quali applicavansi li cannoni di piombo

---

(1) *O l'Autore non ne fece conto, ec.* Che Frontino abbia trascurate tali minuzie di eccesso, e di difetto in tali circostanze, lo osservai nella nota poc' anzi citata; che poi le minuzie di minuzie, come le dicono alcuni, cioè le parti di uno scrupolo le abbia per una sola volta curate Frontino, lo accennai nella nota 6. IV. all' articolo 26.

(2) *Così un cannone di ottanta quinarie aveva il diametro della sua base ec.* 100 digiti sono quarti 400; ma la proporzione tra 5, e 400 è la medesima, che tra 1, ed 80: dunque la proporzione tra una quinaria, ed 80 quinarie è la medesima, che è tra una linea di 5 quarti, ed una di 100 digiti. Dunque se tra una linea di 5 quarti, ed una linea, che ottanta volte uguaglia 5 quarti (cioè una linea di 100 digiti) si prenda la mezza proporzionale, sarà il quadrato della prima al quadrato della mezza (e per conseguenza il circolo, o sia la bocca del cannone fatta dal primo diametro, al circolo, o sia bocca fatta dal diametro mezzo proporzionale) come la prima linea all' ultima; come una linea di 5 quarti ad una di 100 digiti.

(3) *L' una di due digiti e mezzo, e l' altra di cinquanta ec.* Il rettangolo fatto di due linee, l'una delle quali è di cinque quarti di digito, l'altra di cento digiti, è uguale al rettangolo fatto da due linee, l'una delle quali sia di dieci quarti (di due digiti e mezzo) l'altra di digiti cinquanta. Quindi la linea mezza proporzionale tra quelle due prime è uguale alla mezzana tra queste due altre.

(4) *E questo avviene a mio credere per l' ignoranza dell' arte ec.* A dire il vero, come anche dimostrano le annotazioni di sopra 4, e 5, nelle quali dichiarai la cosa, non apparisce già un mirabile artificio nella proposta invenzione de' diametri de' cannoni. Io inclino a credere, che tal metodo in quel tempo non si adoperasse, non per l'ignoranza dell' arte, ma perchè quegli Intendenti dell' acque volessero, sopra la Vicenaria, determinare le aree cogl' interi numeri de' digiti quadrati, non delle quinarie.

della stessa apertura; e s'era ritrovato il calice (*art.* 36.) perchè il duro metallo difficile a piegarsi non si può per accidente dilatare, e ristringere; Di più li decreti del Senato (*art.* 160.) non permettevano a' privati il trar acqua se non dal conservatoio, a fine che o li ricavi, o li cannoni pubblici co' frequenti forami non si lacerassero. In questa maniera dunque procedeva l'acqua a misura per lo mezzo di rivi, e di cannoni. Or conviene, ch'io mostri in quai modi ingannino in tal genere le misure. In primo luogo è cosa certa importar molto con qual positura di cannone si derivi l'acqua; poichè dati due cannoni eguali (1), quello che sarà piegato all'ingiù, colla stessa velocità del mandar fuori l'acqua farà la sua misura più ampia di quello, che sarà acconciato a livello; la qual fallacia avvegnachè non sia incognita, non pertanto Frontino non vi prescrisse verun rimedio. E parimente nella medesima positura di due cannoni il più certo getterà più d'acqua del più lungo; perchè quanto l'alveo dell'acqua (2) è da più lunghi ostacoli impedito, tanto l'impeto del corso va più tardo; perlochè esce anche in minor copia l'acqua. A questo disordine poi così rimediavano (*art.* 106.) poichè pel tratto di cinquanta piedi lungi da quel conservatoio, d'onde si prendeva l'acqua, per decreto del Senato non era lecito mettervi sotto canna più larga di quella, che s'era impetrata. Ma questa cautela sebbene apporta qualche cosa di temperamento, non pertanto toglie affatto il difetto; imperciocchè se dopo la distanza di cinquanta piedi, di due quinarie l'una notabilmente più oltre s'avanza, nulla osta secondo

---

(1) *Quello che sarà piegato all'ingiù ec.* Questa osservazione (come anco le stesse Buteone sembra più sotto accenare) si cavò dal Commentario di Frontino, il quale all'art. 36. scrisse: Un calice *posto a retta linea, ed in bilico, ritiene la sua misura; opposto poi al corso dell'acqua, e chinato all'ingiù, manda più d'acqua*. Che poi Frontino non abbia prescritto alcun rimedio su queste, non sì facilmente lo concederei io, il quale nella nota 2. all'art. 118. ho interpretate queste parole del detto articolo, *nel collocare poi li calici deesi procurare che siano posti a retta linea*, ho, dico, tali parole interpretate, che significano questo: che li diametri de' calici debbono essere in distanza eguali dal centro de' gravi, o sia a bilico, cioè bilancianti.

(2) *È da più lunghi ostacoli impedito ec.* Nella nota 8. all'art. 112. dicemmo, *che per li nudi pertugi fatti nelle lame esce meno* (*minus* anche deesi leggere nella citata nota) *d'acqua stando tutto il resto in parità, che per li cannoni;* e per questo stimai doversi stabilire, non sapersi di certo, se la copia d'acqua che esce prima per un cannone stretto, e che poi passa per un più largo, esser debba maggiore, che se la medesima acqua avesse seguitato a strosciare per un cannone egualmente in ogni parte stretto. Non ostante però quando il paragone non si fa tra i pertugi fatti nelle laminette, e tra li cannoni, ma tra il cannone del calice, ed un altro più lungo, considerata bene la cosa, si rende credibile, che dalla superficie più stretta, e più lunga d'un cannone possasi in qualche parte diminuire la velocità dell'acqua.

le proporzioni dette di sopra, che anche da queste non provenga ineguale l'effusione dell'acqua. Frontino notò anche altri errori così (*art.* 36) scrivendo: anche l'applicarsi, dice, del calice ha della forza; poichè se sarà posto a retta linea, ed a livello, ritiene la sua misura, e se sarà opposto al corso dell'acqua, e voltato all'ingiù, gitterà più abbondante l'acqua. Ma acconciato poi in fianco al corso dell'acqua, e rivolto all'insù, nè atto ad attigner l'acqua, e tardamente, e poca ne prende (*art.* 113.) Per prevenir cotali disordini, vuole, che nel collocare li calici si abbia la mira a metterli a retta linea, e che non pongasi il calice del cannone di uno di sotto, e di quello di un altro di sopra. Quel di sotto, dice, tragge più d'acqua, quello di sopra meno ne prende; perchè il corso dell'acqua viene preso da quello di sotto. Quest'ordine di Frontino come leva ogni disuguaglianza di ricever l'acqua ne' calici (1) così non emenda neppur quella, la quale già di sopra ha detto nascer dai cannoni. Oltre di queste vi sono anche dell'altre cagioni di errori, de' quali lo stesso Autore fa menzione, asserendo, che ogni acqua (*art.* 85.) quando venendo da dove è presa, dentro breve spazio cade nel conservatoio, non solamente corrisponde alla sua misura, ma la supera ancora. Quando poi si toglie più da lungi, da sito più basso, cioè da minor pressura, per la tardità del corso perde anche di sua misura. Per questo, dice, secondo una tale maniera o caricar si dee l'uscita, o innalzarla. Qui dunque apertamente confessa l'Autore, che le misure delle quinarie si variano, e sono da correggere coll'aggiugnervi, o col levarvi. Ma non dice nè il come, nè a qual segno. Perlochè è più intricato il rimedio, che non è l'errore. Aggiugne anche questo di più l'Autore: se la forza (*art.* 73.) dell'acqua sarà più violenta ai capi de' condotti, come se presa fosse da un largo, e rapido fiume, colla stessa sua celerità cresce la misura. Io scopersi un altro principio d'errore, del quale Frontino (uomo per altro acuto, e perspicace) neppur lievemente sospetta, sebbene egli stesso vegga l'errore; perciocchè pigliandosi l'acqua ai capi de' condotti da alvei artefatti dalla larghezza, e profondità del lume de' medesimi letti, si stabiliva col numero delle quinarie la misura dell'acqua, che s'avea a ricevere, come già dell'Appia si è detto; la di cui misura di otto piedi quadrati, e d'un dodrante faceva, come ho detto, quinarie 1824 con $\frac{32}{55}$. Ma questo prodotto sebbene corrisponde in verità all'area del canale, la distribuzione però renderà in maggior numero le quinarie, di quello che raccogliere si potessero

(1) *Così non emenda neppur, ec.* Io stimo, che qui per la seconda volta si accenni quella differenza, della quale si è già parlato di sopra nella nota, pag. 158.

dalla partizione del lume: e questa è di ciò la cagione, perchè quando una gran copia d' acqua passa per un solo rivo, ella medesima colla sua quantità, e peso allora si spigne più celeremente di quando nella medesima positura per un piccolo cannello si tragge; e siccome dalla velocità si cresce la misura, così la tardità la diminuisce. Necessaria dunque cosa è, che le derivazioni più ampie sempre con più quinarie distribuiscansi, di quel che la proporzione del lume ricerchi. Perlochè ne' Commentarj principali trovando Frontino, che li raccoglimenti dell' acque (*art.* 63) in tutto facevano la somma di 12755 quinarie, e la distribuzione 14018, cioè che vi era di più d' acqua nel distribuirla, che nel riceverla 1263 quinarie, (1) non intendendo la cagione di tal eccesso, altro non stimò essere questo, che errore di quelli, li quali da principio con poca diligenza aveano calcolate l' acque. Egli stesso dunque volle misurare le imboccature de' canali, dove trovò la misura più grande, che ne' Commentarj circa 10000 quinarie. Io però come non ardirei di negare avervi potuto essere dell' errore nelle misure, così appena mi persuado, che quest' errore sia arrivato a 10000 quinarie. M' induco piuttosto a credere, che s' inganni Frontino in questo, che nel determinare i cannoni si scosta dalla maniera, la quale confessa essere stata ritrovata da Vitruvio, e da quelli, che lavorano il piombo: egli ne induce una più picciola, come di sopra ho detto. (2) E sembra probabilissimo, che le misure dell' acque ascritte a' Commentarj nei tempi di Vitruvio, il quale visse molto tempo innanzi Frontino, corrispondessero alle quinarie dello stesso Vitruvio. Ma Frontino corresse colle sue, cioè con

---

(1) *Non intendendo la cagione di tale eccesso ec.* Sia detto con buona pace di Buteone: se Frontino non comprese totalmente la cagione, che poi non l' abbia totalmente compresa, lo confessai nella nota 6. I. II. all' art. 64. per questo non l' ignorò affatto. E non è vero, che trattando egli del ricevimento, a cagion di esempio, del nuovo Teverone, nell' art. 73., dopo d' aver indicata la esorbitanza dell' acqua, asserì, che di ciò il motivo era, perchè la forza dell' acqua più capace, come presa da un largo, e rapido fiume, colla sua stessa celerità fa più grande la misura? E non fu questo il porre la velocità dell' acqua tra le cagioni di quell' eccesso?

(2) *E sembra probabilissimo, che le misure dell' acque ec.* Ciò che in questo luogo dice Buteone, io non l' aveva avvertito; ma ora dico sembrarmi probabile il parere di lui, quando però questo medesimo parere si riferisca solamente ad alcune misure dell' acque ascritte a' Commentarj, e ad alcune quantità de' condotti. Poichè se si considererà, che di quell' acque che misurò Frontino, due principalmente di abbondanti dopo i tempi di Vitruvio ne furono condotte; si farà chiaro, e manifesto, che anche per questo solo titolo (poichè ne tralascio altri, che aggiugner potrei) non si dee approvare universalmente il parere di Buteone, ma assai limitatamente; e che Frontino giustamente riprese i misuratori, se non come avessero commesso un errore massimo, al certo perchè avessero grandemente errato.

minori quinarie, le misure de' condotti. Necessario fu dunque, che nelle stesse misure de' canali più le quinarie piccole col numero superassero le maggiori; laonde Frontino non riprese giustamente d'errore i precedenti misuratori. Dalle cose fin qui dette parmi d'avere abbastanza dimostrato in quanti modi fallace, e quanto varia fosse presso gli antichi la misura dell' acqua corrente; il che in buona parte conoscendo gli uomini dotti, e d'ingegno perspicace, non poterono però ritrovare alcun rimedio universale per un affare di tanta premura. Sicchè la maraviglia, ed il desiderio di scoprir nuove cose m'accese non mediocremente a ricercare in qual modo, e con qual strada si potesse a' difetti invecchiati rimediare. Esaminando dunque, e rivolgendo molte cose scrupolosamente, alla fine mi venne in capo un pensiero, che siccome il tempo si misura coll' acqua stillante, così anche colla misura del tempo reciprocamente si possa la quantità dell' acqua corrente determinare; il che si può in tal maniera eseguire. Si lavori un orciuolo di qualunque materia, o piuttosto di rame martellato d'una cognita misura, a cagion d'esempio, di cinque piedi cubici. Sia pronto un orologio d'acqua, che distingua ogni minima particella di tempo d'un' ora: dopo d'aver ciò preparato, farai, che nel medesimo momento principj insieme l'acqua, che si vuol misurare, nel sottoposto orciuolo a sgorgare, ed a stillare l'orologio. Quando il vaso sarà fino all' estremità degli orli ripieno, o, se così si vuole, tre, e quattro, e più volte votato, stabilirassi una qualche certa misura (1) dei cubi di tutta l'acqua, e del tempo del discorrimento, la quale poi moltiplicata in numeri sarà universale nel restante. A cagion d'esempio, poniamo, che in

---

(1) *Dei cubi di tutta l'acqua, e del tempo del discorrimento, ec.* Non solo da questo, ma anche da quel che segue, come io credo, apparisce, che Buteone ha insegnato doversi con esatta misura esaminare le velocità dell' acque, per determinare le quantità ad esse acque corrispondenti: poichè riferire la quantità dell' acqua, che esce per un lume incognito, allo spazio del tempo, è il medesimo, che investigare la celerità dell' acqua. Ora con simile metodo, che ne' tempi posteriori a Buteone, alcuni dotti uomini fecero degli sperimenti, per determinare dal formato lume, dal tempo, e dalla quantità d'acqua la velocità di essa: così Buteone insegnò, come coll' esperienza si potesse investigare quanto grande dovesse essere quel lume, pel quale nel dato tempo fluisse la data quantità d'acqua. Che se confrontar vogliamo le dottrine di Giulio Frontino, Giovanni Buteone, e del p. D. Benedetto Castelli, troveremo, come mi persuado, che Frontino conobbe molte circostanze, dalle quali s'accrescono, e sminuiscono le velocità, e le misure dell' acque (come detto abbiamo nelle Note I., III., e IV. all' art. 113); che però non insegnò alcun'arte per conoscere cotesti accrescimenti, e scemamenti, nè alcuno stabile teorema, che esprimesse le leggi tenute dalla natura, e le varie proporzioni tra varj discorrimenti, e varie velocità: che Buteone servitosi di qualche indizio della Geometria, nel considerar

un quarto d' ora l' acqua corrente riempito abbia quattro volte il vaso: sono in corpo venti piedi cubici. Questa misura si dica una quinaria. Quando dunque nel tempo già detto un cannone avrà riempiti otto orciuoli, oppure in tempo due volte minore quattro orciuoli, ad ogni modo avrà fatte due quinarie e così dipoi. Nè già sarà difficile formare nella maniera stabilita i lumi dei cannoni, anche se si facciano un po' più larghi di quello ch' esser dovrebbero; poichè con un piccol turacciolo, o con alcuni sperimenti si ridurranno facilmente alla misura destinata. Se poi l' acqua sarà soprabbondante in maniera che non torni conto il prenderla in un vaso portatile, si fogni in una fossa ben bene di creta, o di ghiaia asserrata, cosicchè facilmente non beva l' umore: la di cui forma se sarà rettangolare, coi margini retti perpendicolarmente, col fondo a livello, lungo piedi duecento, e largo piedi cento, e il rivo dell' acqua entrante nella fossa in un quarto d' ora abbia fatta un' altezza di cinque piedi: dirò, che il solido di tutta l' acqua fa cento mila piedi cubici, e per conseguenza anche secondo il nostro metodo cinque mila quinarie. Pertanto da queste ragioni, e da questi esempj, se non m' inganno, sarà reso manifesto l' errore degli antichi, ed insieme probabile l' ammenda. E questo è quanto scopersi concernente alla misura dell' acqua corrente.

---

l' acqua come solido, diede la maniera di scoprire questi aumenti, e scemamenti: che il Castelli con più aperto, e distinto uso della Geometria si sforzò di comporre un universal teorema, col di cui mezzo, disposto tutto il necessario, si potessero, fatti li calcoli, determinare le velocità dell' acque. Sopra il qual teorema, e nella nota citata, e in altri luoghi molte cose da me furono scritte.

DEI FIUMI, E DEI TORRENTI

LIBRI TRE

DEL

P. D. PAOLO FRISI.

INTRODUZIONE.

I primi semi della geometria, dell' algebra, della meccanica, ottica, e astronomia sono stati gettati in Italia, e poi col progresso del tempo sono cresciuti felicemente di là dai monti, e dal mare, Galileo, Cardano, Cavalieri, Torricelli, Viviani, Cassini, Borelli, Grimaldi, Manfredi, Grandi, sono stati i genj motori della fortunata rivoluzione, che negli ultimi due secoli s' è fatta in queste scienze. Ma le tante scoperte che in seguito si sono fatte nel calcolo, e intorno alle leggi del moto, e sopra il sistema celeste, non si dividono solamente tra la Toscana, e la Lombardia. Se ne deve una gran parte alla Francia, alla Germania, all' Olanda, e sopra tutto all' Inghilterra, dove l' ingegno, e la fortuna del Newton oltrepassarono la condizione degli altri uomini di lettere. L' architettura delle acque è nata, cresciuta, e quasi interamente perfezionata in Italia. Tutto ciò, che risguarda la teoria dei torrenti, e dei fiumi, la condotta, e la divisione delle acque e chiare, e torbide, le pendenze, le direzioni, e le variazioni degli alvei, in somma tutta l' idrometria, e l' idraulica si deve al Castelli, al Viviani, allo Zendrini, ad Eustachio Manfredi, e sopra tutto a Domenico Guglielmini, che ci lasciò la grande opera sulla natura de' fiumi. Mariotte, Picard, Gennetè, e alcuni altri celebri Oltramontani non hanno aggiunto che poco ai nostri autori. Il chiarissimo sig. d' Alembert nel Dizionario Enciclopedico ad essi appunto attribuì tutto il merito dei principali progressi, che si sono fatti in questo genere.

Nè le speculazioni degl' Italiani si sono ristrette unicamente all' onore dei libri, ma hanno ancora influito moltissimo nella salubrità dell' aria, nel comodo della navigazione, e nella fertilità, e sicurezza delle campagne. Il Po, che una volta diviso, e sparso in più rami tra Parma, e Piacenza rendeva paludosa una parte della Lombardia, è stato circoscritto dagli argini, e ristretto alla profondità

d' un solo alveo: laddove il Reno grande, diviso, e suddiviso in Olanda, si è maggiormente alzato di fondo, ed ha reso più pericolosa, e infelice la situazione de' terreni vicini. Il celebre Muratori nella Dissertazione ventunesima sopra le antichità del medio evo, dandoci la geografia fisica della Lombardia nel nono, e nel decimo secolo, ci ha fatto chiaramente vedere quant' abbia dopo quell' epoca guadagnato l' agricoltura dal Tesino fino all' Adriatico. Si è pure bonificata in Toscana una gran parte del Valdarno, di Valdichiana, e del piano di Livorno, e di Pisa. Il meccanismo d' irrigar le campagne è stato ridotto all' ultimo grado di maestria, e di perfezione nel canale di Muzza, che si deriva dall' Adda a Cassano, e si distribuisce, e riparte in tutto il Lodigiano. Gli altri canali navigabili, che con eterne, e grandiose moli si sono cavati dall' Adda, dal Tesino, dal Reno, e da tanti altri fiumi, hanno servito mirabilmente al commercio delle nostre provincie. L' invenzione delle chiuse, e sostegni, che nel secolo decimo quinto s' è fatta sul Padovano, ha preparato l' unione, che Leonardo da Vinci ha pòi fatto in Milano dei due navigli dell' Adda, e del Tesino: e quest' unione ha servito di modello, e di norma a tant' altri canali navigabili, ed a quello massimamente di Linguadoca.

Il Reno, ed il Po sono i due fiumi, che hanno maggiormente occupato i matematici Italiani. Anticamente il Po grande arrivava sino a Ferrara, e prima di arrivarvi riceveva il Panaro, ed il Reno, e poche miglia sotto, alla punta del Polesine di S. Giorgio, si divideva in due altri rami, chiamati di Primaro, e di Volano. Nel duodecimo secolo, poco sopra la confluenza del Panaro, una parte del Po si rivolse sulla sinistra, e formò un altro ramo, che chiamossi poi di Venezia, o di Lombardia. Il Po di Venezia andò sempre più guadagnando sul ramo di Ferrara, e nel secolo passato finì di assorbirlo interamente. Quest' epoca fatale al commercio, e alla navigazione di quell' illustre città, fu di pochi anni posteriore alla rimozione del Reno dal Po grande: e fu nel 1604, che il Reno incolpato dell' interramento del ramo di Ferrara, e della scarsezza d' acque, che vi si faceva sempre maggiore, si gettò nelle valli della Sanmartina. Restarono presto le valli bonificate dalle molte deposizioni del Reno, ed alzate ad un segno, che il Reno, non potendo più scorrervi colle sue acque, sboccò superiormente dagli argini, e inondò le più fertili, e più belle campagne del Bolognese. Sopra di esse ancora finirono gli altri cinque torrenti inferiori, la Savena, l' Idice, la Centonara, la Quaderna, ed il Sillaro. Tutte insieme queste acque, vagando senza sponde, e senz' alveo, formarono ampissime valli, dalle quali non potevano uscire che in parte, lentamente rivolgendosi al mare per l' antico, e tortuoso letto del Primaro. Uno spettacolo

così grande, e luttuoso interessò vivamente i matematici più illustri d' Italia, e diede occasione, se non al rimedio di tanti mali, almeno al grado di perfezione, a cui ora è ridotta la scienza delle acque correnti.

Il Castelli, il Cassini, il Viviani, il Guglielmini, il Grandi, il Manfredi, e molti altri proposero, che si togliesse la causa principale di questi danni con restituire il Reno in Po grande, e seppero soddisfare superiormente a tutte le difficoltà fisiche, e idrometriche, che si opponevano a un tal progetto: Le difficoltà politiche obbligarono finalmente a deporne il pensiero. Escluso questo, tutti gli altri progetti sostanzialmente si riducevano a due: o d' inalveare le acque tra le proprie alluvioni nella parte inferiore della campagna, dove presentemente si spandono, e di adattare allo scarico loro il tronco inferiore del Primaro; o di deviare il Reno sopra le valli, e le rotte con un nuovo alveo, che incominciasse poche miglia sotto Bologna, e ricevesse tutti gli altri torrenti inferiori, portandoli uniti, ed arginati insino al mare. Il Guglielmini accreditò il primo progetto. Eustachio Manfredi combattè vittoriosamente il secondo. Monsignor Galiani, e Gabriello Manfredi progettarono un cavo di otto miglia, che alle valli di Reno desse un esito più felice in Primaro, e colle acque di Reno raccogliesse ancor quelle della Savena, e dell' Idice. Questo fu il celebre cavo Benedettino, che avrebbe certamente cangiata la faccia del Bolognese, se nella di lui esecuzione non fossero sopravvenute tante disgrazie. La principale di esse si fu, che l' Idice dovendo cadere nel cavo dall' altezza di circa diciotto piedi, ed essendo mal sostenuto da una debole chiusa posta allo sbocco, rovinando la chiusa, si è notabilmente abbassato, ed allargato, e dal fondo corroso, e dalle ripe ha trasportato nel cavo tanta quantità di terra, e di arena, che lo ha in gran parte riempito. A ciò si aggiunse, che non si sono potuti sostener gli argini sul fondo fradicio, e vacillante di una valle, che si era dovuta attraversare col cavo. La prima disgrazia influì moltissimo sulla seconda, mentre le deposizioni dell' Idice altamente ammucchiate non lasciando alle acque di Reno un libero richiamo verso il Primaro, resero ancora più gravi le conseguenze delle rotte superiori.

Mi era portato a vedere la città di Roma nel 1760, mentre i matematici di Bologna, e di Ferrara vi si trovavano fervidamente occupati dalle controversie delle acque. Proponevano i primi di accomodare il cavo Benedettino, e di rivolgere tutte le acque in Primaro, arginandolo sulla diritta, ed alzando, e rinfiancando l' argine vecchio sulla sinistra: I secondi riproponevano con alcune mutazioni il progetto di una nuova inalveazione del Reno, e degli altri torrenti inferiori, e contro il primo progetto opponevano principalmente,

che il Primaro nel tratto di dieci miglia dal cavo Benedettino alla Bastia è molto irregolare e tortuoso, ed ha poca pendenza di fondo, e che però raccogliendo in se tutte le acque del Bolognese, metterebbe in gran gelosia il vicino, e basso Polesine di S. Giorgio. Fu un comando supremo, che m' indusse ad entrare in questa gran controversia. Credetti che non occorresse neppur pensare al progetto della nuova inalveazione di tutte le acque, e che si potesse provvedere abbastanza agl' interessi del Ferrarese, continuando il cavo Benedettino dirittamente alla Bastia, nel tratto di sette miglia, attraverso alla minore sezione della valle di Marmorta, dove il terreno si ritrovasse più stabile, e consistente. Gli altri temperamenti, coi quali mi parve, che da ambe le parti si potesse adottare il progetto del Primaro, si riducevano principalmente a' cinque seguenti capi: d' inalveare il Reno tra le proprie alluvioni dalle rotte sino al principio del cavo Benedettino: di levare le deposizioni dell' Idice, e chiudere le rotte del Cavo, e ridurlo al suo compimento: di rimettervi dentro la Savena, e assicurare il presente sbocco dell' Idice: di far passare con una botte sotto il letto dell' Idice gli scoli delle campagne poste tra l' Idice, e la Savena: di unire la Centonara alla Quaderna, e d' inalveare la Quaderna col Sillaro sino alla Bastia. In questi termini fu allora accettato il progetto, e sottoscritto concordemente dai matematici di Bologna, e di Ferrara.

Ma così non era il progetto che semplicemente abbozzato, e mi era poi riserbato a determinare sulla faccia del luogo tutta la serie, e l' ordine dei lavori. Dopo di avere da me medesimo osservato quanto occorreva, e dopo le tante livellazioni, che dai periti delle parti interessate si sono fatte per tutto il piano del Bolognese, ho più precisamente detto il mio sentimento nel libro stampato in Lucca l' anno 1762. sul modo di regolare i fiumi, e i torrenti principalmente del Bolognese, e della Romagna. Dopo quel tempo la controversia diventò così clamorosa, e si moltiplicarono tanto le scritture contro, e a favore di tutti quanti i progetti, che per aggiugnere qualche cosa di più non ho voluto lasciare un momento l' algebra taciturna, e la quiete degli altri miei studj. In Roma la Congregazione delle Acque s' occupò di quattro progetti differenti, due de' quali erano d' un nuovo alveo, che incominciasse dalla Sammoggia poco sotto la confluenza del Lavino, e ricevesse in seguito il Reno, e gli altri torrenti, e scoli; portandoli tutti insieme per luoghi più, o meno alti a sboccare in Primaro a S. Alberto circa sei miglia sopra lo sbocco in mare: gli altri due progetti portavano la continuazione del cavo Benedettino, l' uno nella parte superiore della valle di Marmorta sino a S. Alberto, l' altro nella parte inferiore della valle sino allo sbocco del Santerno in Primaro. Escluse tutte quattro le

linee, fu ordinata una visita di tre matematici, che proponessero qualche temperamento. Essi credettero, che il territorio Ferrarese non avesse nulla a temere, rivolgendo immediatamente in Primaro tutte le acque del cavo Benedettino; e nel resto convennero interamente nelle prime idee di riadattare il cavo, di rimettervi la Savena, di far la botte sotto il presente letto dell' Idice, e d' inalveare il Reno, la Quaderna, ed il Sillaro. Ridotte le cose a questi termini, e avanzandosi fervidamente i lavori, ho voluto permettere una ristampa del presente trattato, e l' ho accresciuto di varie osservazioni, che ho fatto coll' occasione de' miei viaggi di qua, e di là dagli Appennini, e dalle Alpi, e dal mare.

DEL MODO
DI REGOLARE I FIUMI, E I TORRENTI

LIBRO PRIMO.

De' fiumi, e de' torrenti che corrono in ghiaia.

CAPITOLO PRIMO.

Dell' origine de' fiumi.

Un filosofo solitario può dubitare nel silenzio della sua biblioteca, se i fiumi abbiano origine dal mare più tosto che dalle piogge, e dallo scioglimento delle nevi. Non ne può dubitare il filosofo viaggiatore, che porti gli occhi suoi propri sull' alveo di qualche fiume, e si prenda l' incomodo di rimontarlo sino alla prima sorgente. Essendo incaricato di fissare le tracce della grandiosa strada, che si sta ora felicemente avanzando, e che condurrà da Modana per la provincia del Frignano a Pistoia, ho dovuto seguitare il corso del Panaro fino verso la cima della montagna di Bosco lungo, e discendendo poi dall' opposta parte, ho costeggiato per molte miglia il torrente Lima. Un' altra volta per mio diporto ho risalito il fiume Magra dalla sua foce in mare presso Sarzana fino a sette miglia sopra Pontremoli, e mi sono portato su tutte le sette polle, che, dove si uniscono insieme, incominciano a prendere il nome di Magra: poi superato il dorso del monte, alla distanza di meno di un miglio ho visto le prime dodici sorgenti del Taro, che ho seguitato per molte miglia. Ho avuto altre occasioni di costeggiare lungamente altri fiumi, e mi è parso che non vi sia luogo di sospettare, che siano essi originati d' altronde, che dalle cause meteorologiche delle piogge, e delle nevi.

Rimontando l' alveo di un fiume, si vede sparso il suo fondo di materie sempre più grosse, si fa in tratti uguali maggiore la caduta delle acque, e la quantità loro si diminuisce. E questa diminuzione si fa per una continuata serie di piccolissime differenze, e con una degradazione tale, che bisogna averla sott' occhio per formarne una giusta idea. Il tronco principale del fiume si forma di molti altri minori rami, e questi di moltissimi ramoscelli gradatamente sempre

più piccoli. Tutto il fondo, e le sponde del recipiente, e degli altri influenti sono sparse d' innumerabili, e minutissime vene, che somministrano continuamente dei minutissimi zampilli d' acqua. Picolissime sono le prime polle, o tutti i primi rigagnoli, che da tante differenti parti vanno successivamente a formare, e a ingrossar tutto il fiume. Si vedono essi gemere, e stillare dalle umide coste delle colline, e delle montagne. La terra nei loro contorni è tanto inzuppata d' acqua, che ogni piccola fossa, che vi si scavi, ne viene subito riempita. In somma è visibilmente la stessa crosta della terra, che ci tramanda a poco a poco da tutti i punti della sua superficie tutte le acque correnti, ed è una vanità fisica d' immaginarci dei condotti sotterranei, che portino tutto un fiume dalla superficie del mare fino alla cima delle montagne.

Per vedere anche più chiaramente una tal verità bisogna osservare, che la quantità d' acqua, portata ordinariamente da un fiume, è molto piccola, in proporzione di quella, che vien portata nel tempo delle piene, e mezze piene. I fiumi nelle loro piene crescono a molti doppi d' altezza. La Senna al ponte reale di Parigi ha qualche volta in estate solamente tre piedi, o tre piedi e mezzo di altezza: e nelle piene degli anni 1714, 1719, 1760 è arrivata a venti piedi e mezzo. Il Po nelle sue piene ordinarie cresce quattro volte di altezza. Però, supposta la stessa larghezza d' alveo, secondo le regole volgari, in un solo giorno di piena il Po darebbe tant' acqua, quanta ne porta in otto giorni di acque basse. A ciò aggiugnendo il grande allargamento del letto nelle piene, e riflettendo che il Po ha d' ordinario due, o tre piene l' anno, che qualche volta le piene durano fino a trenta e quaranta giorni, e che vi sono spesso molte altre mezze piene; non vi sarà difficoltà di accordare, che la maggiore quantità d' acqua è quella, che vien portata nelle piene. Ora non vi può esser dubbio, che l' acqua delle piene non venga unicamente dalle piogge e dalle nevi. Non si vede mai crescere alcun fiume senza che sia piovuto copiosamente, o non si sappia, che alla montagna sia stata sciolta una gran quantità di neve. I contadini nell' aria, e nei venti, e nelle altre meteore hanno dei segni delle vicine piene, e sanno ritirare a tempo quanto bisogna dal letto di quei torrenti, che gonfiano qualche volta improvvisamente.

In Italia, dove le montagne, e le colline, sono in gran parte formate di terreno più sciolto, abbiamo un altro riscontro di questa verità. Il Tamigi, e gli altri fiumi d' Inghilterra non portan seco da tutti i luoghi, onde cadono, molta quantità di materia, e si conservano abbastanza chiari, ancor nel tempo delle piene, e per questa cagione le luci dell' antico ponte di Londra, e del moderno ponte del Westminster sono egualmente libere, e non è alzato

sensibilmente il fondo di tutto il fiume. Tra di noi le acque, che cadono sul dorso delle montagne, ne staccano, e portan seco una quantità grande di materie differenti. Le arene più grosse, e le ghiaie, e i sassi vengono spinti irregolarmente dall' impeto dell' acque medesime, e senza alcuna determinata direzione sbalzati qua, e là sul fondo, e abbandonati successivamente a diverse distanze. I sassi più grossi, e irregolari restano sempre nei tronchi superiori dei fiumi; e diminuendosi la caduta, e la forza nelle parti inferiori, non si spingon oltre che i sassi rotondi, le ghiaie, e le brecce gradatamente sempre più piccole. Le arene grosse si stendono oltre l' ultimo limite delle ghiaie. Le arene sottili, parti terree, ed altre di simile natura, avendo una gravità specifica poco maggiore di quella dell' acqua, colla violenza del moto si sollevano dal fondo, e colla resistenza, che trovano al discendere, formano un solo corpo coll' acqua, e le tolgono la trasparenza, e però propriamente si chiamano torbide. La mutazione di colore, che si vede nel primo gonfiamento dell' acque, è un indizio sicuro della strada, e dei luoghi, onde esse vengono.

V' è ancora da fare un' altra importante osservazione. Tutti i fiumi maggiori, e i minori loro influenti, incominciando a diverse distanze, non hanno piene contemporanee; e supposta una pioggia uniforme nelle montagne, e un istantaneo scioglimento di nevi, i torrenti, che con corso più breve arrivano a un dato luogo, sono i primi a portarvi la piena. Però succede spesso, che un influente sia torbido, e chiaro il recipiente, e che al contrario, essendo passata la piena dell' influente, il solo recipiente si trovi torbido. Allora sensibilmente si può distinguere l' acqua dell' influente tenersi tutta per lungo tratto contigua alla propria sponda senza mescolarsi punto con quella del recipiente. Ciò è già stato notato dal p. Grandi, e da molti altri nel Tesino, e nel Panaro influenti del Po, nelle visite fatte in quelle parti per pubblica autorità: ed io l' ho similmente osservato alle foci del Tesino, e del Lambro. Vi ho inoltre osservato, che come sono diverse le terre, sopra le quali cadono le acque, che vanno a ingrossare quei fiumi, così pure sono diverse le qualità delle torbide, che seco portano. A queste variazioni che nascono dalle differenze dei luoghi, bisogna aggiugnere le altre, che corrispondono alle differenze dei tempi. Le mutazioni seguite in questi ultimi secoli nella superficie delle montagne, il taglio delle macchie, e de' boschi, la coltivazione intrapresa con poco buon ordine nelle falde più ripide, sono state le funeste cagioni, per cui ora le acque piovane trasportano entro gli alvei dei fiumi materie più copiose di quelle, che vi arrivavano anticamente. Mentre, levati gl' impedimenti de' cespugli, e delle piante, ricadono le acque più presto, e

più copiosamente nei fiumi, e passando per terreni già smossi dall'aratro, e dalla zappa, si caricano più di terra, arena, e sassi, di quello che facevano per lo passato.

In somma tutti i fenomeni delle piene, l'ordine, con cui crescono e scemano le materie, che seco portano, ci fanno chiaramente vedere, che sono esse formate dalle acque sciolte, e cadute su i piani inclinati delle montagne, e dentro gli alvei dei fiumi. E perchè la maggior quantità d'acqua, come si è notato poc'anzi, è quella che portano i fiumi nelle loro piene, e mezze piene; non sarà ragionevole il non voler riconoscere anche il rimanente dalla medesima origine. Per l'altra parte egli è certo, che in qualunque maniera a noi pervenissero le acque del mare, scosse, filtrate, e se fosse possibile, dolcificate nelle viscere della terra, sarebbero sempre differenti dalle altre, che piovono immediatamente dal cielo. Ora l'acqua di un fiume o pieno, o magro è sempre della medesima qualità. A Parigi, ed a Londra, dove si beve per tutto l'anno l'acqua della Senna, e del Tamigi, passandola per i filtri medesimi, e purgandola da tutte le parti terree, non vi si trova diversità alcuna o di sapore, o di colore in diversi tempi, e stagioni dell'anno. La stessa chimica non è arrivata a scoprirvi qualche differenza sensibile. Vale adunque lo stesso discorso di tutte le acque, che scorrono dentro l'alveo dei fiumi o magri, o gonfi, e nei tempi piovosi, e in quelli della maggior siccità.

In oltre le siccità, che massime nell'estate si sentono qualche volta alla pianura, non hanno mai luogo sulla cima delle montagne. La quantità assoluta delle piogge, che cadono in ciascun anno, si fa maggiore nelle minori distanze dalle coste de' monti più alti. A Parigi è di circa 18, o 20 pollici: a Milano batte verso i 40, e nell'anno 1765 ha passato i 47: nelle montagne della Garfagnana è sino di 90, e di 100. I temporali, e le piogge sono sempre più frequenti, e dirotte nei luoghi montuosi. Le cime degli Appennini, e delle Alpi sono anche in tempo d'estate ricoperte di neve. La nebbia, onde s'involgono le montagne, le fa restare quasi perpetuamente imbevute, e tiene luogo d'una perenne, ed invisibile pioggia. V'è adunque quanto basta sulle montagne per alimentare perpetuamente le sorgenti dei fiumi anche in tempo che le basse pianure sono più asciutte. E così egli è inutile di diffonderci in tutti que' calcoli, co' quali il Mariotte, l'Halleio, e molti altri, partendo da differenti, e incerte ipotesi della velocità, e portata dei fiumi principali; hanno voluto provare, che è molto maggiore la quantità dell'acqua, che, siasi in pioggia, o in neve, cade annualmente dal cielo. Mentre è un fatto di pura inspezione, che tutta l'acqua dei torrenti, e dei fiumi nelle maggiori, e minori piene è portata nel loro alveo dalle

nevi sciolte, o dalle generali pioggie, che si hanno massimamente di primavera, e di autunno: ed è ancora un puro fatto, che le pioggie, e le nebbie, e le nevi perenni delle montagne somministrano il rimanente nelle maggiori siccità dell'estate.

Dalle frequenti, o dirotte piogge si riempiono le gran vasche, o concavità che si ritrovano sulla cima delle montagne; ed essendo minore la quantità dell'evaporazione, vi si mantengono tutto l'anno dei laghi. Se ne vedono alcuni sulle montagne del Pistoiese verso l'origine dell'Ombrone, e del Reno; ed io ne ho visto molti in altri luoghi. Lo Scheuchzero, e il Vallisnieri s'immaginarono, che queste, e simili conserve d'acqua per mezzo di tanti sifoni scavati, e continuati nella creta, nel tufo, e nelle pietre, che formano l'ossatura delle montagne, servissero d'alimento alle prime sorgenti dei fiumi, che spuntano qualche volta sulla cima di altri minori monti. Io non so se vi siano polle nella maggiore sommità dei monti, e le ho ritrovate tutte sparse qua e là sul pendio del loro dorso. Vi ho osservato ancora all'intorno tutta la terra inumidita, e inzuppata d'acqua. E certamente le fenditure, e i piccoli canali dei terreni non coltivati, che si ritrovano nell'alto delle montagne, permettono all'acque piovane di penetrare, e insinuarsi fino a notabili profondità: al contrario di quanto succede ne' terreni sconvolti, e smossi delle pianure, dove solamente la crosta s'imbeve di umore. Qui adunque non fa bisogno di alcuna immaginazione. La quantità delle pioggie, e delle nevi cadute, e sciolte, la qualità dei terreni, che se ne imbevono sulla cima delle montagne, l'inclinazione dei piani, che le lasciano scorrere nelle basse pianure, la distribuzione, la piccolezza, ed il numero delle prime sorgenti, bastano a spiegare i fenomeni, che si osservano nel principio, e nel corso, e ingrossamento di tutti i fiumi.

CAPITOLO II.

Delle materie, che portano i fiumi.

La successiva degradazione, con cui scendendo per l'alveo di qualche fiume, come si è notato nel capo antecedente, s'incontrano prima i sassi più grossi e irregolari, poscia i sassi rotondi, e di mano in mano più piccoli; in seguito la ghiaia grossa, e la breccia minuta, e in fine l'arena, e la pura terra; è un fatto, che si osserva per tutto costantemente. Resta ora da rintracciarne la cagione. Il Guglielmini nel capo sesto della Natura dei fiumi credette, che le arene non fossero altro che pezzetti di sasso stritolate, siccome i sassi molte volte sono composti di arene insieme unite: osservò in oltre, che i sassi spinti dall'impeto dell'acqua, scorrendo l'uno sopra

dell' altro, e percuotendosi insieme, si devono sfregare, e logorare continuamente: pensò, che la pulitura delle ghiaie de' fiumi fosse un manifesto segno del loro logoramento; e che il continuo mormorio, che si sente nei fiumi ghiaiosi, fosse non tanto effetto dell' urto reciproco dell' acqua, quanto del continuo dibattimento dei sassi: e in fine asserì, che i sassi urtandosi, e soffregandosi impetuosamente tra loro, si rotondassero, e si diminuissero sempre di mole, e a poco a poco si risolvessero in ghiaie, e brecce più piccole, e finalmente si stritolassero, e risolvessero in semplici arene. Io per me credo, che i sassi rotondi, e le ghiaie, e le arene sieno corpi originarj, già preparati dalla natura, e sparsi per tutto il globo: che i sassi scorrendo, e rivolgendosi dentro l' alveo dei fiumi, vi possano ricevere qualche maggiore ripulimento, e le arene si possano sempre più assottigliare: che i sassi, e le ghiaie urtandosi tra di loro, e soffregandosi con qualsivoglia forza, non si possano mai risolvere in arene: e finalmente, che la degradazione continua di queste materie nei fiumi provenga dalla diminuzione della caduta, e dell' impeto delle acque correnti, che abbandonando nelle parti superiori i sassi più grossi, e irregolari, non possano trasportare a maggiori distanze che i sassi rotondi, e le ghiaie sempre più piccole.

E in primo luogo qualunque siasi la forza, e l' effetto del fregamento negli alvei de' fiumi, bisogna necessariamente concedere, che le arene sparse, e ammucchiate in tanta copia nelle montagne, nelle pianure, e ancor sotterra, sieno arene primigenie, e coetanee alla formazione del nostro globo. E quali possono essere i materiali accidentalmente concorsi a formarne le immense, profonde, e uniformi arene della Numidia, de' vastissimi deserti della Tartaria, e di tant' altre pianure lontane da tutti i fiumi, e dal mare? Nelle pianure medesime, che sono bagnate da' fiumi, e da' torrenti, e che comprendono strati grandissimi di arena, non vi è alcuna analogia tra la distribuzione degli strati, e il corso de' fiumi, e de' torrenti. Il signor Guettard negli atti dell' Accademia di Parigi del 1746. dandoci la carta mineralogica della Francia, e dell' Inghilterra, ed osservando la distribuzione, e l' andamento delle tre bande di ghiaia, di sabbia, e di argilla, conviene, che le materie, che vi si trovano, entrano originariamente nella composizione del globo terrestre. Gli strati sotterranei di arena, e ghiaia, che si sono scoperti in Lombardia, e in Olanda, ed in tant' altri luoghi, sono tanto copiosi, e profondi, che non si possono credere materie stritolate, e deposte dai fiumi. Nelle colline, e nelle montagne, dove non è mai verisimile, che sia corso anticamente alcun fiume, si trova pure un' immensa quantità di arena, e di ghiaia piccola, e grossa. Il sig. Targioni ne' suoi viaggi della Toscana ci ha lasciato una copiosa descrizione dei differenti

strati di tutte queste materie, che s' incontrano in molte colline. A Monte Lupo, a S. Cassiano, e in altri luoghi, dove la strada è scavata nel monte, si può osservare da tutti i passeggieri la disposizione degli strati di arena, di ghiaia, e sassi rotondi, e lisci. Il piano della Lombardia, che è compreso tra i due superiori tronchi dell' Adda, e del Tesino, anzi tutti i piani, che restano al piede delle montagne, sono ampiamente sparsi di sabbia, e di ghiaia picola, e grossa.

Che se dunque le arene delle montagne, delle colline, e di tante vastissime pianure sono materie primigenie, non vi sarà ragione di credere, che le altre arene, che si ritrovano negli alvei de' fiumi, e de' torrenti, e che nella figura, nella durezza, e nel peso s' assomigliano perfettamente alle prime, differiscano poi nell' origine, e siano a poco a poco formate dallo stritolamento de' sassi, e delle ghiaie. Sembrerà ancora inverisimile, che strofinando tra loro le pietre rotonde, e lisce, abbiano a staccarsi tante pietruzze irregolari, fornite di tanti angoli, e di punte acutissime, come sono le arene. Che se si osserveranno le sostanziali, e intrinseche diversità delle arene, e delle pietre, si vedrà chiaramente, che nè le prime ordinariamente compongono le seconde, nè le seconde si risolvono nelle prime. Ne' nostri fiumi come nell' Arno, nel Reno, nell' Adda, Tesino ec., sono assai rare le pietre, che si chiamano propriamente arenarie, per essere composte di arene insieme unite: anzi sono assai rare le pietre fusibili, o vitriscibili. I sassi, e le ghiaie de' nostri fiumi sono per la massima parte di natura calcaria; e crederei di assegnare una proporzione assai vantaggiosa, se dicessi che in mille sassi del Reno appena uno sarà vitriscibile, e saranno calcinabili tutti gli altri. Ora le arene de' medesimi fiumi, purgate almeno dalla fanghiglia, per lo più sono di sostanza silicea, angolose, durissime, vitriscibili: rarissimi sono i globetti di sostanza calcaria, che vi si trovano frammischiati: e forse di mille grani di arena, appena cinque o sei saranno calcinabili, e saranno gli altri fusibli, o vitriscibili. Dunque i sassi, e le ghiaie de' nostri fiumi, nella massima lor parte, non si compongono altrimenti di arene insieme unite. E perchè l' urto, e lo sfregamento delle stesse materie non può mutare la natura delle minime particelle, che le compongono, neppure si potrà credere, che le arene sieno pezzetti di sassi, divisi, e stritolati, come pensava il Guglielmini.

A queste naturali osservazioni aggiugnerò alcune sperienze fisiche. Ho fatto lungamente arrotare diversi sassi fluviatili, e inoltre ne ho fatto scuotere una gran quantità in alcune casse di legno gagliardamente per molte ore. Tutto ciò, che coll' azione delle ruote si staccava da' sassi nel primo caso, e che nell' altro trovavasi tra

gli angoli delle casse, era un polviglio sottilissimo, di colore biancastro, che si spargeva con un soffio nell'aria, e che nell'acqua stagnante mai totalmente riducevasi a fondo. E quantunque riaprendo le casse qualche volta vi ritrovassi alcuni sassi spezzati, e delle scaglie levate dagli angoli delle sezioni, non ho mai potuto ottenere con qualunque continuazione di scosse neppure un grano di arena nè dalle pietre arenarie, nè dalle altre di natura calcaria. Anzi avendo fatto variamente spezzare, e scuotere tra di loro per molto tempo diverse pietre arenarie, non ho potuto istessamente raccogliere altro nel fondo delle casse, che il semplice polviglio: il che si può ancora sperimentar da ciascuno, prendendo in mano due pietre, e osservando quale materia si stacchi dalla loro superficie con qualsivoglia forza di sfregamento. Adunque se accaderà qualche volta, che le pietre arenarie si sciolgano ne' piccoli grani d'arena, che le compongono, ciò sarà certamente per tutt'altre cagioni, che per lo sfregamento, e per l'urto. La diversa azione del caldo, e del freddo, dilatando, e restringendo diversamente le loro parti, l'umidità imbevuta dall'aria, ed altre simili cause accidentali le potranno qualche volta dividere, e sciogliere. Ma le pietre arenarie, come s'è detto, sono assai rare ne' nostri fiumi, e dev'essere ancora più rara la combinazione delle cause accennate. Generalmente parlando, l'urto, e il dibattimento di tutti i sassi, e le ghiaie, che si ritrovano negli alvei dei fiumi, per quanto sia grande, e continuato, non potrà mai formare le arene, e non produrrà mai altro che polvere sottilissima.

Per terminare la presente questione ho ricercato che quantità di polvere, e quale diminuzione dei sassi, e delle ghiaie possa ottenersi col semplice sfregamento: e in ciò ho voluto considerare lo spazio, e il tempo, in cui si sfregavano. Per fare qualche conto del tempo, ho preso quaranta sassi fluviatili, tra pietre serene, e bigie, di diverse grandezze, piccoli, e grossi, e gli ho fatti scuotere per tutti i versi in una cassa di legno ben chiusa, con tutta la forza di un uomo, a diverse riprese, per due ore continue. Poi raccogliendo la polvere ritrovata nel fondo della cassa, con cinque pezzetti irregolari di sasso, e aggiungendovi il sedimento lasciato in ventiquattr'ore dall'acqua, con cui aveva lavato i sassi ad uno ad uno, non sono arrivato al peso di due sole once. Onde essendo tutto il peso dei sassi d'once cinquecento quattro, nel caso che lo strofinamento si fosse continuato colla forza medesima, l'intero scioglimento dei sassi avrebbe portato in circa giorni ventuno: tempo di gran lunga maggior di quello, in cui le acque correnti, colla velocità di quattro o cinque miglia per ora, che si osserva alla loro superficie, e colla velocità assai maggiore del fondo, possono trasferire le materie, che seco portano, dal principio dei fiumi, sino all'ultimo limite delle ghiaie.

Per considerare ancora lo spazio, ho fatto arrotare due sassi fluviatili, tenendoli sopra la ruota nella parte più piana, e con tutta la forza maggiore. Dopo 3200 rivoluzioni della ruota, che portavano circa 4267 braccia di spazio corso da qualsivoglia punto della sua superficie, s'erano i sassi appianati un poco di più per circa tre dita di diametro, e avevano perso ciascuno quasi un denaro di peso. Onde supponendo ancora, che i sassi nel fondo de' fiumi si movessero con una velocità uguale a quella della ruota, e che la forza dello sfregamento fosse e in un caso, e nell'altro la medesima; per l'intero scioglimento dei sassi di dieci o dodici once di peso bisognerebbe trascorrere uno spazio molto maggiore di tutta la lunghezza dei nostri fiumi.

Ognuno vede però, che la forza dell'urto, e del fregamento negli alvei de' fiumi dev'essere molto minore di quella, con cui i sassi si arrotano, e si scuotono nelle casse impetuosamente. L'urto dei sassi fluviatili tra loro dee valutarsi dalla velocità relativa, o sia dalla differenza delle velocità, con cui sono trasportati dall'acqua. L'arena, la belletta, e le altre materie terree, che s'interpongono quasi sempre tra' sassi, e l'acqua istessa, in cui nuotano, diminuisce molto l'azione degli uni sopra degli altri. Lo sfregamento poi è tenuissimo, come diffusamente ha provato il p. Belgrado nella sua bella dissertazione sopra la diminuzione della mole de' sassi ne' torrenti, e fiumi. Osservò egli, che i sassi divelti da' monti precipitano giù dalle loro falde rotolandosi per lo più circa di loro medesimi: che seguitano essi a rotolarsi ne' letti de' torrenti fino che si fa minore il pendio; e che in appresso o sdrucciolano radendo il fondo, o sono qua e là sbalzati seguendo la direzione, e l'impeto delle acque. Poi avvertì, che fino a tanto che i sassi discendono rotolando, e rivolgendosi intorno al centro di gravità, le parti più acute della sperficie dell'uno poco possono entrare, e inviluparsi ne' minuti cavi, ed abbassamenti della superficie dell'altro, e così lo sfregamento è assai tenue. Finalmente notò, che quando sdrucciolano i sassi sul fondo presentando sempre al contatto la stessa parte, lo sfregamento nasce dalla pressione, e la pressione dal peso de' sassi, che radono il fondo de' fiumi. Ora i sassi fluviatili sono d'ordinario di poco peso. Il p. Grandi nelle considerazioni sulla pescaïa dell'Era ricavò da diverse sperienze, che le gravità specifiche della ghiaia nell'acqua, e dell'acqua stessa sono tra loro prossimamente come cinque a tre, e ne inferì ancora, che l'impeto trasversale delle acque qualche volta è bastante per sollevare le ghiaie dai loro fondi, e scagliarle sugli orli delle pescaie, e su le golene, e i greti ancor più alti. L'Amontons poi volle, che la resistenza prodotta dallo sfregamento uguagli la terza parte del peso. Adunque lo sfregamento de' sassi fluviatili, e della ghiaia dev'essere in tutte le maniere assai piccolo.

Così fissata la diversità grande, che passa tra lo sfregamento, che i sassi naturalmente soffrono negli alvei dei fiumi, e quello che artificialmente si ha sulle ruote, o nelle casse, nessuno si aspetterà mai, che coll' impeto delle acque correnti si stritoli interamente la ghiaia, e i sassi si diminuiscano sensibilmente di peso. Il precipizio più furioso dei sassi succede nei primi scarichi violenti delle piene. I sassi scorrendo ancora dal principio del fiume sino all' ultimo limite delle ghiaie, non hanno nè tempo, nè spazio sufficiente per potersi ridurre ad una mole considerabilmente minore di prima. L' azione de' sassi, che tre, o quattro volte l' anno di nuovo sopravvengono nell' altre piene, sopra i sassi già deposti nel fondo de' fiumi, non può valutarsi che molto meno. E certamente lo sfregamento de' sassi contro tutti gli altri, che incontrano precipitando per la lunghezza intera del fiume, è molto maggiore di quello che può soffrire un determinato numero degli altri sassi, che vi scorrono sopra nelle altre piene. Così pure pochissimo potrà sperarsi da *quel sovvertimento o trambusto generale*, che il Viviani ha osservato farsi nelle piene maggiori dai luoghi più prossimi a' rimoti, da' destri a' sinistri, e dalla superficie alla profondità. L' azione dell' acqua, che batte e sospigne i sassi continuamente, non è neppure da mettersi in conto, non potendo un sottilissimo velo d' acqua soffrire alcuna resistenza sensibile al taglio acuto d' una pietra che obliquamente lo investe. La durezza delle pietre fluviatili è tanto grande, quanto vediamo nelle strade di Lombardia, che essendo selciate di ghiaia, e sassi, e continuamente battute da' cocchi, da' carri, e da' cavalli, dopo molti, e molti anni non mostrano orme, e vestigi di qualche logoramento. Il mormorio, e il fragore, che si sente nelle piene de' fiumi, non solamente quando corrono in ghiaia, ma ancora quando non portano che arene, e torbide, dinota più tosto l' azione dell' acqua nell' aria, che nelle parti smosse, e sbalzate nel fondo, le quali quand' anco urtandosi si spezzassero, e logorassero, non potrebbero tramandarci un suono sensibile dalla profondità di più piedi d' acqua. Adunque l' urto, e il dibattimento reciproco de' sassi coll' acqua corrente, e tra loro, potrà bensì rendere qualche volta le pietre più lisce, e più pulite, e così farvi qualche diminuzione di mole, mutazion di figura, assottigliamento di superficie, il che non ho voluto negare sin da principio; ma non potrà mai risolvere nè in arena, nè in polvere, nè diminuirle sensibilmente di peso.

E certamente il continuo fregamento, che segue dentro l' alveo de' fiumi, quantunque non basti a sciogliere, o impiccolire notabilmente i sassi rotondi, e le ghiaie che vi si trovano; può essere sufficiente a lasciarle di più, e a dar loro qualche grado maggiore di pulimento. Le pietre che sono ancora aspre, e scabrose, si possono

collo sfregamento abbassare di superficie, e diminuire di mole più facilmente. Poichè introducendosi senza contrasto nelle minime cavità della superficie gli angoli, e le punte delle altre pietre, e massime delle arene, per rotondarle, e lisciarle ricercasi la sola forza, che faccia saltare le piccole prominenze, e scabrosità. Quando poi hanno avuto le pietre qualche lisciatura, e pulimento, non lasciando nè prominenze, nè cavità capaci a ricevere gli angoli, e le punte, per diminuirle di mole è necessaria una nuova e maggior forza, che nella loro superficie introduca le punte, e gli angoli medesimi. Ancora su questo articolo possiamo consultar l'esperienza. Mentre prendendo qualunque marmo, che tuttavia sia greggio, e scabro, e fortemente fregandolo con qualche pietra, e coll'arena bagnata, o con altre polveri, con una data forza in un dato tempo se ne raschierà una porzione tanto maggiore, quanto maggiori saranno le asprezze, e le disuguaglianze della superficie. Quando poi sarà liscio, e pulito il marmo, si durerà un grandissimo stento a diminuirne la mole sensibilmente. Ciò si potrebbe ancora dedurre dalle già riferite sperienze sull'arrotamento de' sassi. E così pure dalle altre riflessioni, che abbiamo aggiunto, potrebbesi ricavare, che la diminuzione della mole ne' sassi e nelle ghiaie riuscirebbe tanto più piccola, se al fregamento delle ruote, che chiamasi radente, si sostituisse l'altro che si chiama volvente, che ha luogo nelle sperienze de' sassi scossi nelle casse, e che principalmente si esercita dentro gli alvei de' fiumi. Ma nel ripulire i marmi, e vetri, ed altri corpi col fregamento delle arene interposte si osserva inoltre costantemente, che sempre più si assottigliano le arene a proporzione che si continua il fregamento, per modo che quelle arene, che sono assai grosse a principio, diventano poi finissime, e leggerissime. Il che nasce dal vario intreccio delle parti, dalla figura irregolare, per cui più facilmente si possono sbalzare gli angoli, e le punte, siccome ancora dalla ragione della leva, che non può trascurarsi nelle punte più lontane dal centro, e più esposte. E così abbiamo un'altra importante verità, che quantunque negli alvei dei fiumi non si ritrovino forze bastanti per diminuire sensibilmente, e stritolare le ghiaie; la continuazione del fregamento, e del corso basta a lisciare maggiormente le ghiaie, e ad attenuare sempre più, e assottigliare le arene.

Dunque per ricapitolare quanto si è detto di sopra; i sassi rotondi, le ghiaie, e le arene sono materie primigenie dall'impeto delle acque cadenti divelte dal seno delle montagne, e trasportate negli alvei de' fiumi. La loro quantità, e la loro distribuzione per tutto il globo terracqueo, ancor dove non sono mai stati nè torrenti, nè fiumi, ci mostrano ad evidenza, che queste materie sono state originariamente preparate, e disposte dalla natura. E così appunto il

chiarissimo signor Buffon nell' articolo settimo del tomo primo della sua celebre Storia Naturale avendo osservato, che i sassi rotondi si trovano in diversi paesi, e nella superficie, e nelle parti interne della terra, e sulla cima de' monti, come ancora ha notato il Leibnitzio nella sua Protogea, e come a me è occorso più volte di vedere sino intorno alle prime sorgenti dei fiumi; conchiuse che la loro rotondità fosse opera della natura. E la stessa conseguenza tirò pure il signor Reaumur negli Atti dell' Accademia di Parigi del 1723. dall' avere osservato in tutte quante le pietre qualche grado di rotondità, i loro angoli quasi tutti smussati, e la loro sezione trasversale curvilinea, e rientrante in se medesima. Parendo ciò non ostante, che le ghiaie de' fiumi siano più pulite, e più lisce delle altre, che si ritrovano sparse per le pianure, e nelle montagne, e inoltre essendo più piccole, e più stritolate le arene, che gradatamente s' incontrano ne' tronchi inferiori de' fiumi; il maggiore ripulimento della superficie de' sassi, e delle ghiaie, e il maggiore assottigliamento delle arene, sarà tutto l' effetto del soffregamento, e dell' urto delle stesse materie tra loro. Cioè tra i seni delle montagne, dove si hanno cadute precipitose, e d' onde le acque correnti staccano, e portan seco una gran quantità di sassi, ghiaie, ed arene, urtandosi tra di loro le ghiaie, e i sassi, e sfregandosi colle arene interposte, diverranno più lisci, e più rotondi. Poi diminuendosi colla caduta l' impeto, e la forza dell' acqua, solamente i sassi minori, e più smussati seguiteranno il corso de' fiumi, e non potendosi più insinuare nella loro superficie le punte, e gli angoli delle arene, nè si disfaranno mai in arene, nè soffriranno alcuna sensibile diminuzione. Nel proseguimento del corso mutando essi continuamente l' intreccio tra loro, e colle parti scabre del fondo, arriveranno, o più presto, o più tardi, a quel grado di resistenza, che non si potrà più vincere dall' acqua, e così senz' andare più avanti si deporranno sopra lo stesso fondo. Quindi si avrà la successione de' sassi gradatamente sempre più piccoli, e la conformazione, che osservasi nell' ultimo limite delle ghiaie. Mentre seguitando il corso di qualche fiume, da un fondo ricoperto tutto di ghiaia si passa ad alcuni greti, qua e là sparsi, e divisi: poi non s' incontra continuazione di ghiaia, che dove le acque sono più profonde, e più rapide: e finalmente non s' incontra più altro che arena, e sabbia, e questa tritolandosi, e assottigliandosi continuamente, arriva colle altre torbide sino al mare.

CAPITOLO III.

De' primi tronchi de' fiumi, e de' torrenti.

La questione, che si è trattata, e decisa nel capo antecedente, non interessa soltanto l'erudizione, e la curiosità filosofica, ma influisce ancora sostanzialmente nella teorica, e nella pratica de' torrenti, e de' fiumi. Il Guglielmini nella proposizione sesta del capo quinto, credendo che i sassi, e le ghiaie urtandosi dentro l'alveo dei fiumi, e soffregandosi tra di loro, si diminuissero sensibilmente di mole, e a poco a poco si disfacessero in arene, e supponendo inoltre, che tutto questo lavoro di logorare, e disciogliere i sassi potesse farsi dentro lo spazio, che sta di mezzo tra il principio del fiume, e l'ultimo limite delle ghiaie; s'immaginò, che colla sopraggiunta di nuove ghiaie non si dovesse rialzare il letto dei fiumi, e fosse equilibrata la quantità di esse, che giornalmente entra nell' alveo, col consumo che se ne fa. Per lo contrario se i sassi, e le ghiaie ne si disciolgono in arene, nè arrivano sino al mare, ma restano dentro l'alveo de' fiumi, come sono portate nelle piene; sarà necessaria conseguenza, che i fiumi, dove corrono in ghiaia, si rialzino continuamente di fondo. E ciò è appunto conforme a tutte le osservazioni. Non vi è alcuno in Toscana, che metta in dubbio il rialzamento dell' Arno, e degli altri torrenti. Nella visita Riviera s'è riconosciuto, che il Reno aveva elevato il suo fondo nelle parti superiori. E in fatti pochi anni prima di quella visita s'è prolungata sino al ponte della via Emilia l'arginatura del Reno, che nel tempo della visita d'Adda, e Barberini incominciava alla chiesa del Trebbo. Nella visita Rinuccini s'è parimente verificato il rialzamento del Crostolo, e della Secchia. Così pure dall'anno 1723. al 1761. il fondo del Lavino al ponte della via di S. Giovanni s'è trovato rialzato di circa quattro piedi. Tutti i ponti di Lombardia, che hanno le luci ristrette, e in parte chiuse, mostrano a tutti i passeggieri l'accumulazione delle ghiaie, che vi si è fatta. A Pontremoli, dove la Magra riceve un grosso influente, sotto il piano delle case presenti ho visto ancora i vestigj delle antiche.

Non è però vero ciò, che alcuni hanno opposto, che se i sassi fluviatili non si sciogliessero a poco a poco in arene, e sotto quest' altra forma non si portassero al mare, il rialzamento, e riempimento degli alvei sarebbe così grande, che le acque rigurgitando inonderebbero le campagne; o devierebbero dal loro primiero corso. Mentre in primo luogo le acque correnti non portano seco delle nuove ghiaie che nei primi violenti scarichi di ciascuna piena: e inoltre la quantità delle ghiaie portate in ciascuna piena non è così grande,

come alcuni si sono immaginati: ed essa finalmente si distribuisce per tutto l' alveo dei fiumi, e si consuma in parte nell' accomodare le strade, e in altri usi. Secondo un poco di calcolo, che si è fatto, si leveranno annualmente dal Reno 125000 piedi cubici di ghiaia per il solo risarcimento delle strade. Però i fiumi ordinariamente non possono rialzarsi di fondo a segno di sormontare gli argini, e deviare dal loro corso. Che se mai qualche volta accadesse il caso di un maggior precipizio di ghiaie, allora il fiume o si dovrà contenere con argini altissimi sopra il piano delle campagne, come accade in Ombrone, o sarà obbligato di mutar letto, come più volte è accaduto nel Reno, nel Panaro, e nel Taro, e come frequentemente si vede ne' tronchi superiori del Po, dove le ghiaie sono più grosse, e più copiose. Per gli altri tronchi inferiori, dove trabocca una minor quantità di materie, e dove non si rialza il fondo tanto sensibilmente, quantunque si rialzi sempre in qualche maniera, è inutile qui di ricercare cosa dovrà poi succedere col progresso del tempo, e quale dovrà essere tra qualche secolo la disposizione, e il corso de' nostri fiumi.

È bensì vero, che dove l' alveo de' fiumi è interrotto da scogli, e da altri impedimenti consimili, o attraversato con qualche chiusa, cateratta, o pescaia, riesce ancora maggiore il rialzamento di tutto il fondo. Mentre edificata che sia una di queste cateratte, come osservò benissimo il Guglielmini nel capitolo duodecimo, negando essa il passaggio all' acqua del fiume, e ritardandone il corso, faciliterà le deposizioni dei sassi, e delle ghiaie, e con ciò alzandosi il letto del fiume sino all' altezza della chiusa, darà altresì occasione ad un simile e proporzionato alzamento nelle parti superiori dell' alveo. Ne abbiamo un illustre esempio in Firenze, dove l' Arno, che passa di mezzo, resta rinchiuso tra le due pescaie di S. Niccolò, e d' Ognissanti, e va col fondo a finire sul ciglio di quest' ultima. Il Viviani ne' sei primi paragrafi del suo celebre discorso sull' Arno fece vedere, che il letto di quel fiume si rialza continuamente dove con sassi, e ghiaia, dove con arena, e terra, anche sino al mare: e ciò provò egli generalmente dal perdersi le cadute de' mulini, dal ristringersi le luci de' ponti, dal ridursi sempre più alti delle campagne i letti degli influenti, di Bisenzio, di Ombrone ec. Nel tratto poi che interseca Firenze, e che rimane tra le due pescaie, raccolse il Viviani diverse osservazioni di condotti, di lastrichi, e di fondamenti di fabbriche antiche, dalle quali si può raccogliere quanto sia grande il rialzamento di tutto il letto. L' osservazione più importante si è, che l' anno 1677. essendo stato incaricato il Viviani di ristaurare in parte i fondamenti della gran fabbrica degli Uffizj, e avendo fatto avanzare vers' Arno le finestre vecchie del sotterraneo

della facciata, prese motivo di farle murare un braccio e mezzo più alte, sull' asserto comune di chi allora vi praticava, che nelle piene maggiori degl' ultimi anni entrando per esse l' acqua, il che non era mai succeduto in tutte le piene degli anni innanzi, necessitava a condur fuori da quelle stalle i cavalli, ed oltre alla spesa, che richiedevasi a cavar la belletta, tenevali infermi per molti mesi. Eppure è da credersi, che un Architetto così celebre come il Vasari, che nel 1560. si trovò a ordinare, ed a soprintendere a quella sontuosa fabbrica de' Magistrati, e della predetta facciata, ch' egli stesso chiamava fondata sul fiume, e quasi in aria, facesse fermar tant' alto le finestre, che ne' suoi tempi nessuna delle piene maggiori potesse entrarvi.

Varj progetti sono già stati anticamente suggeriti per rimediare ai trabocchi, e ai ringorghi delle piene, e a tutti gli altri inconvenienti, che nascono da un così grande rialzamento del letto d' Arno. Sono essi stati raccolti, ed esaminati dal Lupicini in un discorso stampato l' anno 1591, e con varie mutazioni si sono riproposti modernamente. Tutti i progetti sostanzialmente si possano ridurre a tre. Il primo è di diminuire l' altezza delle piene con deviare l' Arno o in tutto, o in parte da Firenze, o con aprire qualche gran diversivo superiormente, in cui trabocchi l' acqua sovrabbondante nelle piene, e vada poi a raggiugnere il fiume sotto alla città: e a questo progetto si può opporre, che non è impresa nè da tentarsi, nè da proporsi quella di deviare dall' antico suo corso un fiume così grande, e rapido come l' Arno, e che tutti i diversivi de' fiumi non servono a scemare l' altezza delle piene, come sarà provato diffusamente a suo luogo. Il secondo è di rialzare i muricciuoli d' Arno, e chiudere tutte le aperture delle sponde laterali, provvedendo in miglior maniera agli sbocchi delle fogne, acciò le acque entrandovi di ringorgo, non riempiano prima i fondi più bassi, e poi non passino con tanto danno a spandersi per la città: ed oltre alla somma difficoltà di deviare, o riunire le fogne, e di chiudere tante aperture, ciascuna delle quali in tempo di piena basterebbe al ringorgo delle acque, s' aggiugne, che l' alzamento di un braccio ne' muricciuoli, com' è stato ultimamente proposto, farebbe perdere la bellissima vista d' Arno, senza difendere la città dai trabocchi delle piene maggiori, e che, murando sino a tutta l' altezza delle piene, sarebbe sempre di grandissimo rischio di tenere tutto un fiume come sospeso per aria tra due muraglie. Il terzo progetto è di abbassare il fondo, e il letto d' Arno per tutto il tratto, che passa per Firenze, abbattendo o in tutto, o in parte le pescaie: e vi è stato rilevato contro, che questo provvedimento, con privare la città del comodo tanto importante de' mulini, ai quali si somministra l' acqua colle pescaie, esporrebbe gli edifizj

vicini al fiume al pericolo evidente della rovina, e massime il ponte di S. Trinita, ch' è un capo d' opera d' architettura. Si è addotto per fondamento di un tal timore, che nella grande inondazione seguita nel 1333, come racconta il Villani, essendo rovinata una porzione della pescaia d' Ognissanti, strascinarono le acque dal fondo una così grande quantità di materia, che rovinarono i due ponti della Carraia, e di S. Trinita.

Io però credo del tutto vano, e insussistente un tal timore. Mentre in primo luogo gli antichi ponti di Firenze non erano di quella solidità, e consistenza, con cui poi sono stati rifabbricati. E in fatti anche in altre occasioni si sono rovinati quei ponti, senza che rovinassero le pescaie. Così la piena del 1557. portò via tutto il ponte di S. Trinita, e gran parte di quello alla Carraia, come leggiamo negli opuscoli dell' Ammirato. Il nuovo ponte di S. Trinità è stato stabilito dal celebre Ammanati su fondamenti così profondi, e robusti, che non vi è nulla da temere per qualsivoglia accidente delle piene. Oltre di ciò è un caso molto differente quello di una pescaia, che rovini in tempo di una piena, ed apra uno sfogo improvviso alle acque tenute in collo, e gonfiate superiormente, e l' altro caso di una pescaia, che si abbassi a poco a poco nel tempo delle maggiori scarsezze d' acqua, e che offrendo un passaggio più libero alle piene, le renda in conseguenza meno alte, e perniciose. Credo pertanto, che lasciando servire al comodo de' mulini la pescaia superiore di Firenze, e trattenendo anzi con essa una maggiore quantità di ghiaie al di sopra della città, si possa senz' alcun rischio abbassare la pescaia inferiore: e credo inoltre, che in questa sola maniera si possa provvedere ai danni, e agl' inconvenienti, che nascono dal troppo riempimento del letto d' Arno. L' Abbassamento della pescaia porterebbe in seguito quello di tutto il fondo del fiume, e dell' altezza delle piene, e toglierebbe dalla radice i ringorghi, e i trabocchi delle acque. Facendo l' abbassamento medesimo di qualche braccio, la città resterebbe abbastanza difesa, e servirebbe ancora per la maggior parte dell' anno il canale delle mulina, che derivasi colla pescaia d' Ognissanti, e ch' entra poi in Bisenzio, e quindi in Arno. E finalmente si possono proporre altri compensi per i mulini inferiori, senza esporre a frequenti innondazioni una città così bella, doviziosa, e magnifica.

Ma per ritornare alla fabbrica, e al meccanismo delle pescaie, è bensì vero, che attraversando con esse il letto di qualche fiume, si vengono a facilitare superiormente le deposizioni dei sassi, e delle ghiaie; ma non è vero, che così tutti i sassi, e le ghiaie si possano trattenere nei tronchi superiori. Su queste pregiudizio nel secolo passato, per colmare alcuni poderi colle torbide della Nievole, fu alzata

la bocca dell' incile sopra i due terzi dell' altezza delle piene. Il fatto andò tutto al contrario, e a dispetto di tutte le precauzioni vi passarono le ghiaie di quel torrente. Il p. Grandi nelle sue nuove considerazioni sopra l' erezione d' una pescaia nell' Era, ne addusse per ragione, che i sassi sollevandosi dai loro fondi coll' impeto dell' acqua, e trasportandosi a qualche altezza, sormontano l' orlo delle pescaie, e si precipitano abbasso, ancorchè il fondo superiore non sia pareggiato coll' orlo medesimo: e in prova di ciò aggiunse l' esempio della pescaia di Ripafratta sul Serchio. Il Guglielmini nel capitolo settimo, e duodecimo avea già avvertito generalmente, che le pescaie, e le chiuse non trattengono i sassi cadenti dalle montagne se non in piccola quantità, cioè quanto basta a riempiere il vano, che forma l' altezza della chiusa, quale riempito che sia, torna il fiume a stabilire superiormente il suo fondo sulla primiera declività, e ripiglia l' antico genio di portare materia simile a quella di prima. E però se le chiuse non si facessero risaltare notabilmente sopra il fondo del fiume, e non si rialzassero continuamente come il Viviani suggerì di fare per tutti gli influenti d' Arno, non si potrebbe impedire il precipizio delle ghiaie. Lo stesso p. Grandi, nelle sue riflessioni sulla pescaia già nominata, credè di poter inferire da' principj accennati dal Guglielmini, che il fondo del fiume dee stabilirsi in una curva simile a quella di prima, e tirata dal ciglio della pescaia per tutto il tratto superiore, finchè s' incontri qualch' altra pescaia, o scogliera, o altro ostacolo naturale, o artifiziale, da cui resti interrotta la continuità del letto, e che possa in conseguenza considerarsi come l' origine equivalente del tronco inferiore.

Ma nella prima parte del secondo tomo degli atti dell' Accademia di Bologna il chiarissimo sig. Bacialli ha ottimamente avvertito, che se per l' opposizione d' una pescaia tutto il letto del fiume si rialzasse ugualmente sino alla prima origine, si dovrebbero rialzare altrettanto i letti degli influenti, e degli scoli delle campagne, che nel letto elevato del recipiente incontrerebbero come tant' altre pescaie: il che però non si conferma col fatto. Mentre essendosi posta all' Idice una chiusa di cinque piedi, non si è recato alcun danno a' confinanti, e lo stesso è succeduto in Bisenzio. E certamente se la velocità del fiume nascesse dalla sola caduta antecedente, sarebbe vero, che opposta al fiume una pescaia, dovesse disporsi il nuovo letto, sino all' origine o vera, o equivalente, in una curva, che avesse in se tutte le innumerabili inclinazioni del fondo antico, e similmente a un dipresso disposte, come voleva il p. Grandi, poichè essendo proprietà generale de' fiumi torbidi di recare una pendenza determinata, quando questa in qualunque modo sia diminuita, al sopraggiugnere delle piene devono restituirsela colle deposizioni, e

24

rialzare il letto ugualmente per tutto il tronco superiore. Ma nel caso particolare delle pescaie, precipitando le acque dalla sommità loro, acquistano una maggior celerità, e accelerandosi quelle, che si precipitano, si accelerano ancora le altre che seguono, e così tutto il fondo si dispone superiormente in un' acclive concavità, come in diversi fiumi ha osservato lo Zendrini, e come ho visto io particolarmente nella famosa chiusa di Casalecchio. E di qui nasce, che i fiumi si stabiliscono sopra una declività di letto minor di prima, e che sebbene gl' interrimenti possano qualche volta arrivare sino alla loro origine, ciò non ostante non deve mai tutto il letto superiormente rialzarsi tanto, quanto si rialza alle pescaie.

Eustachio Manfredi nel suo parere sulla pescaia dell' Era parlò ne' medesimi termini, e disse che in tutto quel tratto, a cui si stende l' accelerazione dell' acqua, che nasce dalla libera caduta, deve scorrere il fiume con una pendenza minor di quella, che richiederebbe il suo letto continuato: e però volle, che la linea del nuovo fondo di sopra alla pescaia non si dovesse precisamente tirare all' insù dalla sommità di questa, ma da quel punto solamente dove comincia ad essere insensibile la detta accelerazione, il qual punto è necessariamente più basso della linea parallela al vecchio fondo, tirata per la sommità della chiusa, benchè sia più alto dell' orizzontale tirata per la medesima sommità. Per avere qualche precisa osservazione intorno alla distanza, a cui si stende l' acquisto della velocità, che dà al fiume la libera caduta, consulteremo uno de' più esperti Ingegneri, che abbia avuto l' Italia. Il Barattieri nel capo decimo del libro sesto ci descrisse con dodici stazioni il fondo dello Stirone, nel tratto di sei miglia da Borgo san Donino sino al sostegno, dal quale discendono le acque con grandissima velocità. Secondo il profilo, che ci ha lasciato, si abbassa moltissimo la superficie nell' ultimo mezzo miglio sopra la chiusa: ma qualche assottigliamento del corpo d' acqua, e qualche diminuzione d' altezza si fa vedere alla distanza ancor di due miglia. Però l' accelerazione dell' acqua si stenderà veramente molto all' insù, quantunque la differenza delle velocità, che può dall' occhio distinguersi ne' galleggianti, si renda sensibile solamente in poca distanza dalle chiuse, come ha notato lo stesso Manfredi nelle note al capo settimo del Guglielmini.

CAPITOLO IV.

Delle rettificazioni superiori de' fiumi.

Ancora le regole pratiche da seguirsi nei tronchi superiori de' fiumi differiscono sostanzialmente tra loro, secondo le varie idee,

che ci possiamo formare della natura, e dell' origine delle materie, che si trasportano dalle acque correnti dentro il loro alveo. Mentre se i sassi fluviatili urtandosi, e fregandosi tra di loro, si andassero logorando continuamente, se le ghiaie si consumassero tanto da impicciolirsi, e stritolarsi poi in arena, se questo fosse lavoro da potersi compire entro lo spazio, che vien compreso tra il principio del fiume, e l' ultimo limite delle ghiaie; accrescendo in qualunque maniera la velocità, e la forza dell' acque, o con riunirla insieme, e accrescerne l' altezza, o con abbreviare loro la strada, e accrescerne la caduta, si potrebbe almeno sperare, che una maggiore quantità di ghiaie si disciogliesse, e venisse poi trasportata colle altre arene sino al mare. Per lo contrario se collo strofinamento, e coll' urto non può ottenersi una diminuzione sensibile di mole, se non possono stritolarsi le ghiaie, e disfarsi in arene, se i sassi restano sempre sassi come si è già provato con tante ragioni, e sperienze, e osservazioni; accrescendo la caduta, e il corpo, e l' impeto delle acque, non si otterrà altro effetto, che di portare più lontane le loro ghiaie. Ma resteranno sempre nel fondo le stesse ghiaie, e lo rialzeranno subito nelle parti inferiori, e poi col progresso del tempo le dovranno ancora superiormente rialzare. Poichè continuando a discendere altre acque, cariche di nuova materia, sopra il piano inferiore già rialzato colle deposizioni delle ghiaie, saranno ivi obbligate di raffrenare l' impeto già conceputo nella caduta antecedente, e non potendo spingere più oltre il peso, che seco portano, lo lasceranno cadere a fondo: con che attaccandosi la nuova arena, e la nuova ghiaia all' altra già condotta, e spianata in detto sito, viepiù lo rialzerà, e le nuove deposizioni accumulate inferiormente serviranno sempre d' appoggio alle susseguenti materie, che resteranno nel tronco superiore.

Nel 1718. essendo consultato il Manfredi sopr' una rettificazione, che si voleva fare sul Reno, dove ancor corre in ghiaia, la disapprovò interamente, e in un suo Parere manoscritto ne addusse due differenti ragioni. La prima si è, che i fiumi ghiarosi non s' accomodano per lo più a quelle strade, per le quali si procura condurli, o pure accomodandovisi, le abbandonano di nuovo, e si aprono un altro cammino, rendendo alle volte vani tutti gli sforzi dell' arte, e tutte le spese impiegate per frenarli. E certamente ne' fiumi, che corrono col letto stabilito in ghiaia, in quasi tutte le piene si fanno qua e là irregolarmente delle nuove deposizioni, che mutano la superficie del fondo, e obbligano il filone a cambiare di direzione, e di sito. E per questa ragione i fiumi ghiarosi difficilmente sopportano d' essere ristretti di letto, e fissati di direzione, e così molte volte non danno un buon esito alle rettificazioni, ed ai tagli: al

contrario di quanto succede nei fiumi puramente arenosi, che sebbene si mantengano sempre nel medesimo stato, cambiano però meno, e per tratti minori, e più rare volte di fondo, e di filone, e soffrono più facilmente d' essere ristretti dall' arte, e regolati. L' altra ragione addotta da Eustachio Manfredi si è, che rettificandosi un fiume, e abbreviandosi considerabilmente di corso quantunque si debba avere un proporzionato abbassamento del fondo superiore, questo buon effetto però resta distrutto dallo spingersi più avanti la ghiaia, e dall' elevazione del fondo inferiore al taglio. Secondo tutto ciò, che si è detto sopra l' origine, e l' indole delle materie fluviatili, si può accertatamente pronosticare, che l' abbreviazione del corso porterà seco una maggiore protrazione di ghiaie, e una maggiore elevazione, prima nel fondo inferiore al taglio, e poi in tutto il fondo superiore; e però le rettificazioni, e i tagli, che producono degli ottimi effetti ne' fiumi, che portano materie sottili, non faranno che deteriorare il corso degli altri, che corrono in ghiaia.

Per addurne un esempio decisivo, ritorniamo al fiume Arno. Il Viviani dopo aver provato il continuo, e considerabile alzamento del fondo di tutto quel fiume, suggerì che sistema dovea tenersi nel regolarlo. Propose primieramente di moderare la gran pendenza delle valli laterali più prossime ad Arno, disponendo e fabbricando in aggiustate distanze tra loro più chiuse, o traverse, che dir si vogliano di buon muro a calcina, traforate di spesse feritoie, stabilmente fondata su larga pianta, e con grandissima scarpa al di fuori, con a piedi le loro banchine, e con più riseghe, o gradi, dove fosse necessario ridurle di tempo in tempo a maggiore altezza, dopo che per di dietro si fossero rincalzate dalla materia portata, e depositata dalle acque. In secondo luogo superiormente alle chiuse, e dentro le valli medesime suggerì di fare diverse, e folte piantate di boscaglia, la più appropriata alla qualità del terreno, e del sito, nel tratto almeno di trecento braccia, o più ancora, se fosse stato possibile: e in quelle valli, che fossero spogliate di piante, e consistessero di nudo sasso, e, dove non francasse la spesa di fare simili chiuse, o non si potesse fare piantata di sorte alcuna per ritenere le materie già smosse, e portate dall' impeto delle acque; suggerì il Viviani di eleggere più nel basso un competente spazio piano della peggiore qualità, che vi sia per tenerlo sempre arginato all' intorno, acciò serva di scaricatoio, dentro il quale esse materie possano comodamente deporsi. In terzo luogo propose di torre all' Arno sotto all' Incisa gran parte della sua eccedente caduta con rimettere in piedi alcune pescaie, che già vi erano, e col fabbricarne delle nuove, e istessamente di fare un simile riparo di pescaie ancora attraverso al letto della Sieve, per qualche distanza dal suo sbocco in Arno, e negl' ingressi degli altri

fiumicelli, e fossati, che vi si scaricano. Stabilì in somma il Viviani, che si dovesse attraversare, e impedire in qualunque maniera il corso d' Arno, e obbligare quanto fosse possibile le materie più grosse di ghiaia, e sassi a restare nelle parti superiori.

Diverse ragioni di rendere comodamente navigabile il fiume, e di acquistare i terreni occupati colle maggiori tortuosità, hanno fatto abbracciare un progetto interamente contrario. Si sono in vece levati certi gran massi, che attraversano il corso d' Arno, e ch' erano tante pescaie naturali. Si è ristretto, e raddrizzato il letto del fiume superiormente a Firenze, e si è messo in canale da Firenze a Signa. L' abbreviazione del corso è stata di circa tre miglia sopra, e di un miglio sotto a Firenze. Non occorre parlare della spesa, che ha portato tutto il lavoro, vediamo cos' è seguito. Superiormente a Firenze in alcuni luoghi ha deviato l' Arno dal nuovo alveo rettilineo, e non vi si mantiene negli altri luoghi, che a forza di grandissime, e dispendiose pietraie. Nel tratto che interseca Firenze, quantunque il letto d' Arno sia compreso tra due termini stabili, cioè tra le due pescaie, si è contuttociò rialzato notabilmente dai tempi del Viviani in qua, e mi hanno concordemente affermato i pescatori, che in questi ultimi anni si è quasi perduto l' uso della pesca, che prima solea farsi ne' seni, e nelle concavità più profonde. Di più, a que' tempi i sassi d' Arno diminuendosi sempre di mole sotto Firenze, terminavano tutti alla Badia a Settimo, per modo che ne' piaggioni da essa Badia in giù non se ne ritrovava più uno, come notò espressamente il Viviani al principio del suo Discorso. Presentemente da Firenze sino al ponte a Signa, ch' è tre miglia più sotto della Badia a Settimo, l' Arno continua a correre in ghiaia, e sassi. Oltre lo sbocco di Bisenzio s' incontra un greto della lunghezza di circa novecento piedi, in cui si trovano pietre grosse come pine. Sotto il ponte a Signa si vede pure sulla sinistra un altro piaggione di ghiaia grossa. Andando verso bocca d' Ombrone, si trovano altri greti più piccoli fino alla Golfolina. Eppure nè Bisenzio, nè Ombrone non portano ghiaie in Arno. Dunque con essersi abbreviato il suo corso di quattro miglia, si sono protratte per tre altre miglia continuamente le ghiaie, e i sassi.

La protrazione delle ghiaie non poteva andare disgiunta da un maggiore rialzamento del fondo. In fatti alcune luci del Ponte a Signa sono oramai sepolte nelle deposizioni delle ghiaie: alcune altre si sollevano appena nelle impostature sopra il piano del fondo: e le due luci più alte restano coperte affatto dalle acque nelle piene. Una campanella di ferro, ch' è impiombata nella pila destra dell' arco di mezzo, può servirci di regola per misurare tutto il rialzamento. Diverse persone assicurano, che la campanella restava tant' alta cinquant' anni

fa, che i navicellai per toccarla dovevano salire sulla poppa del navicello. Presentemente l'anello della campanella medesima tocca il fondo del fiume, che sotto il ponte si spiana in una superficie assai regolare. Però in quel luogo dev' essersi rialzato il fondo di cinque, o sei braccia Fiorentine dopo i raddrizzamenti dell' Arno. Bisogna per altro osservare, che un così grande rialzamento deve in buona parte attribuirsi all' impedimento, all' angustia, e alla figura irregolare del detto ponte, che ha gli archi troppo ristretti, e che neppure è disteso in una sola linea retta ma piuttosto in due rette inclinate a un angolo assai sensibile. Il rialzamento del fondo superiormente è minore; e tolto l'impedimento degli archi, neppur ivi si sarebbero ammucchiate le ghiaie in tanta copia; ma in vece si sarebbero spinte al di là dai limiti, che ora non oltrepassano, e avrebbero maggiormente rialzato il fondo nelle altre parti inferiori.

Generalmente ne' fiumi diritti anderanno più lontane le ghiaie, che ne' tortuosi, e abbandonandosi poscia sul fondo a maggiori distanze, rialzeranno gradatamente prima le parti inferiori, e poi col progresso del tempo anche le superiori. Il rialzamento sarà ancora maggiore, se i fiumi rettificati, e inalveati in qualunque modo, verranno a tagliare gl' influenti dov' essi portano altre ghiaie, e materie grosse: poichè così si uniranno in un solo alveo, e le acque insieme, e le deposizioni di più alvei separati, e con ciò i fiumi peggioreranno sempre di condizione. Il maggiore alzamento del fondo porterà subito in conseguenza, e l' altezza maggiore nelle piene, e l' infelicità dello scolo nelle campagne adiacenti, e la necessità di alzare, e fortificare sempre più gli argini. Però le regole di riunire, e mantenere diritti, incassati, e pendenti i letti de' fiumi, quantunque generalmente vere in tutti quelli, che corrono in rena per pianure poco declivi, non si potranno applicare a' fiumi, che corrono in ghiaia; e sarà sempre miglior partito di lasciarli, come sono, divisi, e tortuosi, o piuttosto di attraversare, e interrompere il loro corso, come suggeriva il Viviani, per trattenere le ghiaie nel tronco superiore, quant' è possibile. Il Guglielmini, quantunque si fosse formato altre idee sopra l' origine delle materie fluviatili, convenne però ne' principj medesimi di riguardare la rettificazione, e l' unione de' fiumi, e de' torrenti, che ancora corrono in ghiaia, come un' impresa d' esito incerto, e di grandissime difficoltà. E nella proposizione quinta del capitolo nono ci lasciò due regole pratiche, e generali: primieramente di non introdur mai alcun fiume, che corra in ghiaia, dentro l' alveo d' un fiume reale, che abbia il fondo arenoso, o limoso, e in secondo luogo di non abbreviare mai la linea a quei fiumi, che portano il sasso assai vicino alla propria foce. Noi faremo uso di queste regole nel capitolo susseguente.

CAPITOLO V.

Delle inalveazioni superiori de' fiumi.

Volendo adunque rettificare, mutar di foce, riunire insieme in qualunque modo torrenti, e fiumi, bisognerà tenere il nuovo alveo oltre l'ultimo limite delle ghiaie. Bisogna intendere la natura, e imitarla sempre coll'arte. La natura riunisce insieme qualche volta i torrenti tra i dirupi delle montagne: e nel mezzo delle gran valli, e delle pianure fertili non unisce i torrenti, che ancora corrono in ghiaia, cogli altri fiumi, che portano arene, e torbide. Nè io dovrò cercare di lontano le prove di questa proposizione. Ce ne porge un esempio la stessa gran valle della nostra Lombardia, nel di cui mezzo scorrendo il Po, dopo di aver finito nel suo letto di correre in ghiaia, non ne riceve più di sorta alcuna da' fiumi tributarj, come notò il Guglielmini nel luogo citato ultimamente. Anzi questo grande osservatore de' fiumi aggiunse di credere, che avendo prima vagato il Po vicino agli Appennini, o agli Euganei (come portano le antiche storie) dopo di essere stato qua e là respinto dalle deposizioni ghiarose degl' influenti, allora solo si sia stabilito di letto, quando avendo finito di correre sopra un fondo continuamente ghiaroso, non ha più ricevuto da alcuno degl' influenti altra materia che arenosa. Ecco come opera la natura. Nè ci mancano altri esempi di fiumi, stabiliti pure di letto, in maggior vicinanza delle montagne. Il Reno tra gli Appennini riceve grossi sassi dalla Limentoa, dall' Orsigna, e da altri influenti. Ma dopo di essersi steso nella pianura, e d' aver lasciato le ghiaie, riceve la Sammoggia, e la Sammoggia riceve pure il Lavino, dove non trovansi altre materie che arenose. L' Arno sotto Empoli, e il Tevere sotto il luogo detto della Capannaccia, ne portano nel loro letto, nè da alcun altro influente ricevono più ghiaie. E certamente se qualche fiume, dopo di aver lasciate le ghiaie, ne ricevesse da qualche influente; secondo tutte le cose dette, non avrebbe ancora stabilito il suo letto, ne arriverebbe a stabilirselo finalmente, se non volgendosi per que' luoghi, a' quali più non giugnesse ghiaia di sorta alcuna.

Fermiamoci un poco più nel caso particolare del Reno. Il Guglielmini ci lasciò scritto alla pagina 353, che a' suoi tempi la ghiaia di Reno si stendeva fin cinque miglia sotto la chiusa di Casalecchio, cioè sino alla chiesa detta del Trebbo, e che nei tempi più addietro si era stesa la ghiaia per un tratto maggiore. Non occorre ricercar la cagione della diversa protrazione della ghiaia in diversi tempi. Forse al tempo del Guglielmini essendosi alzate di fondo, e divenute incapaci le valli inferiori a più ricevere il Reno, si sarà ancora reso

men libero il di lui corso, e in conseguenza diminuita la forza di spignere più lontano le ghiaie. Dopo quel tempo s' è raddrizzato con un taglio di circa due miglia l' alveo del Reno, poco sotto l' ultimo limite delle ghiaie, e si sono aperte nuove rotte sempre più vicino a Bologna. Così adunque si sarà richiamato l' antico genio del fiume di portare le stesse ghiaie a maggiori distanze. Ma comunque siasi di ciò, è un puro fatto, che circa un miglio sotto alla chiesa del Trebbo presentemente il letto di Reno è ricoperto di ghiaia, sassi, e ciottoli assai grossi: che andando più oltre, si trovano degli altri greti di ghiaie scoperte dalle deposizioni di arena, e terra interrottamente fin sotto al luogo detto di Malacappa; e che i contadini vanno anche sotto alla Longara a prender le ghiaie col carro, e se ne servono per accomodare le strade; sicuro indizio, che quelle ghiaie sono di tanta grossezza, e copia, quanto basta per dire, che il Reno vi corre in ghiaia. Ho voluto verificare cogli occhi propri, e in compagnia d' altre persone, e colla testimonianza de' contadini più pratici il fatto, perchè non vi restasse più dubbio. Nella Sammoggia poi, e nel Lavino arrivano le ghiaie poco lontano dalla loro confluenza, e vi arrivano in tanta copia, che il letto di tutti e due quei torrenti si rialza sensibilmente. Nell' Idice si trovano e ghiaie, e sassi anche sotto il luogo della Mezzolara; e mi hanno attestato i contadini, che occorrendo di prenderne per gli usi, e per i comodi delle strade, da un carro di arena, e ghiaia si suol cavare la terza, o la quarta parte di pura ghiaia. Ho pure accertatamente saputo da' contadini; che nel torrente Centonara arrivano le ghiaie sino alla Madonna chiamata della Rondanina, e che nella Quaderna arrivano sino due miglia sotto allo sbocco della Gaiana.

Mi sono appoggiato a questi fatti per rilevare, e sostenere una difficoltà decisiva contro un antico progetto, riproposto con alcune mutazioni nell' anno 1760, di tagliare il lavino, e la Sammoggia al di sopra della loro confluenza, e di rivolgerli in Reno al luogo della Longara, deviando ivi tutte le acque di Reno con un nuovo alveo, che andasse direttamente a incontrare il Primaro a S. Alberto, e raccogliesse per istrada tutti gli altri torrenti, e scoli del Bolognese. Ho detto, che il nuovo alveo taglierebbe tutti i torrenti del Bolognese, dov' essi portano ghiaie piccole, e grosse: che supposta la pendenza necessaria, le ghiaie della Sammoggia arriverebbero sino al Lavino, e quelle del Lavino entrerebbero nel Reno, e le altre de' torrenti inferiori, aiutate dall' impeto delle acque unite, sarebbero spinte più avanti: che dalla maggior caduta del nuovo alveo non si potrebbe giammai sperare una diminuzione sensibile della quantità, e della mole delle ghiaie medesime: e che colle loro deposizioni si sarebbe ottenuto un continuo rialzamento di fondo, un maggior pericolo di

rotte, e una maggior difficoltà degli scoli della campagna. Queste ragioni principalmente hanno fatto abbandonare il progetto di quel nuovo alveo, ed hanno invece fatto proporre di tenersi più basso coll' inalveazione di tutte le acque del Bolognese, incominciando la diversione della Sammoggia sotto la confluenza del Lavino, e quella del Reno sotto al luogo di Malacappa. Però sarebbe inutile adesso il ripetere tutte le altre particolari difficoltà, che sono state prodotte contro la linea della Longara, e che riguardavano singolarmente le misure allora proposte dell' alveo, delle golene, e degli argini, i ricapiti che si credeva di poter dare agli scoli delle campagne, le chiuse, le botti sotterranee, l' escavazioni, e il metodo che si voleva tenere per farle. Ciò non ostante non sarà qui fuor di proposito il ripetere le altre difficoltà generali, che tengono alle prime teorie dei fiumi, e che potranno forse servir di norma in altri casi consimili.

Il Guglielmini nel capo decimo quarto stabilì come regola generale, che non sono d' esito sicuro i tagli fatti ne' fiumi, che corrono in ghiaia, e ne addusse le stesse ragioni, che si sono poco sopra spiegate, e che sono poi state sempre giustificate dall' esperienza, come nel taglio della Dora sopra Torino. Poi passò il Guglielmini a trattare delle nuove inalveazioni de' fiumi; e incominciando dal caso d' un fiume, che debba condursi al suo termine senza la mescolanza di nuove acque, disse che l' impresa è assai facile, quando la caduta del nuovo alveo non sia minore della caduta dell' alveo vecchio: e questo sarebbe il caso della diversione fatta felicemente nel Ronco presso a Ravenna dopo la cofluenza del Montone. Parlò in seguito il Guglielmini de' nuovi alvei destinati a ricevere più fiumi, e insegnò, che quando i fiumi da riunirsi portino tutti materia omogenea, come arena, che vi sia caduta, e forza sufficiente a spignerla sino al suo termine, e che di più il nuovo alveo possa restare incassato nel piano della campagna, sarà pure sicuro l' esito della nuova inalveazione: e questo sarà il caso del cavo Benedettino, quando si arriverà a ridurlo al suo compimento. Quello che porta seco maggiori difficoltà, come conchiuse il Guglielmini, e che non può accertatamente praticarsi se non quando vi sia caduta esorbitante, e considerabile altezza del piano della campagna, si è il caso, nel quale i fiumi influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale al punto dell' intersecazione. Questo è il caso preciso della linea proposta della Longara, che per un tratto notabile sarebbe anzi restata superiore al piano della campagna, il cui declive non poteva essere certamente esorbitante, e in cui il Lavino, e l' Idice, per esempio, avrebbero portato al punto dell' intersecazione materie più grosse di quelle della Sammoggia, e della Savena.

Con fare un' altra eccezione alle teorie del Guglielmini daremo una maggiore generalità alle regole pratiche, che ci ha insegnato. L' abbondanza della caduta non può mai ovviare le perniciose conseguenze dell' unione, e rettificazione de' fiumi che ancora corrono in ghiaia. Mentre con accrescere la caduta, e il corpo, e l' impeto delle acque, non si farà mai altro, che spingere più lontano le ghiaie; ma sempre resteranno esse nel fiume, rialzandolo, e riempiendolo continuamente. In prova di ciò torniamo di nuovo ad Arno. La caduta è certamente abbondante da Firenze al ponte a Signa, ed è in ragione di più di tre braccia per miglio. Il Viviani sino al suo tempo l' avea creduta soverchia. Dopo di allora coll' abbreviazione di un miglio si è accresciuta la caduta del fiume, e con ciò si è protratta la ghiaia alcune miglia più sotto, e si è avuta una maggiore elevazione di fondo. È dunque generalmente vero, che i tagli, le unioni, e le rettificazioni de' fiumi, che portano materie grosse, sono imprese di sommo rischio, e difficoltà. In questo genere d' inalveazioni confessò il Guglielmini nel citato capitolo decimo quarto, che ci manca una regola certa, e che il metodo d' incominciare gradatamente l' inalveazione dagli ultimi influenti, ed osservare cosa succede, potrebbe al più dare qualche barlume in una materia così ardua. Ma nelle scritture inserite nel secondo tomo della Raccolta di Firenze, esaminando il progetto di una nuova inalveazione del Reno per circa quaranta miglia ci parlò con un tuono assai più forte, e disse generalmente, che sebbene la campagna fosse tant' alta che bastasse a tenere incassata l' acqua perpetuamente, e per tutto, l' accingersi a tale impresa sarebbe un operare alla cieca per più capi, e principalmente perchè non v' è esempio da cavarne qualche norma: il che pure è stato ripetuto da Eustachio Manfredi nel suo compendio. E in fatti la diversione fatta da Q. Curio Ostiglio del Mincio dalla Fossa Filistina in Po, lo sbocco aperto da Claudio al Lago di Celano nel Garigliano, la riunione delle acque del Po, fatta da Scauro in un solo alveo verso Piacenza, la diversione del Sile, e degli altri influenti della Laguna di Venezia, ed altre opere simili, quantunque grandi, e dispendiosissime, non sarebbero da paragonarsi colla progettata diversione del Reno, e degli altri torrenti del Bolognese.

Eustachio Manfredi nel già citato compendio aggiunse un' altra difficoltà, che il nuovo fiume, investito per fianco da tanti sbocchi di tributarj, farebbe delle piegature nelle rive opposte, si ravvolgerebbe dentro la cassa degli argini, e si allungherebbe infallibilmente la linea: che non si trova un fiume, il quale o cammini retto per tante miglia, o almeno abbia il letto composto in sì lungo spazio di due o tre tronchi retti: e che un tale allungamento potrebbe essere probabilmente della metà, o d' un terzo di tutto l' alveo. E veramente

tutta la geografia non ci somministra esempio d' un fiume di tal natura, che per il corso di tante miglia cammini sempre diritto, e senza considerabili tortuosità. I fiumi che portano solamente materie sottili d' arena, e terra, si possono abbreviare di corso e tagliare, e distendere in linea retta: e così nello stesso Reno, e in tant' altri luoghi d' Italia abbiamo esempi di tagli, che sono riusciti giovevoli, e sicuri: e ciò per le ragioni sopra accennate, che tali fiumi non si cambiano molto di fondo, e di filone. Ma i fiumi che corrono in ghiaia, come si è detto al principio del capo antecedente, l' ammassano spesse volte irregolarmente in diversi luoghi dell' alveo, e formano dei ridossi, che sforzano la corrente a piegarsi da un' altra parte, dove se si ritrovano materie meno resistenti, succedono delle nuove corrosioni, e colle continue battute, e ribattute delle acque tutto l' alveo viene a disporsi in una serie di archi concavi, e convessi. E però un fiume, che portasse materie grosse, e ne ricevesse di nuovo da tanti altri influenti, da tante diverse altezze, e con piene non contemporanee tra loro, mai con nessuna arte umana si potrebbe contenere nella cassa degli argini, senza che serpeggiasse, e si allungasse sensibilmente la linea. Con questo allungamento succederebbe, che quand' anco la caduta, e la declività del nuovo alveo fosse a principio sufficiente perchè tutte le torbide si trasportassero fino al mare incorporate sempre coll' acqua, non basterebbe poi col progresso del tempo a impedire le deposizioni, e gl' interramenti dell' alveo.

Ma per ciò, che appartiene alla sufficienza della caduta, vi sono da far molte altre importantissime riflessioni. Nella prima esposizione del progetto di cui trattiamo, raccogliendosi dalle antiche livellazioni, che il fondo del Reno alla Longara fosse in circa 72 piedi più elevato del fondo del Primaro verso lo sbocco del Santerno, e distribuendo tutta questa caduta gradatamente prima in ragione di tre piedi per miglio, e poi di due piedi e mezzo, e ancor di meno, s' era creduto, che potesse riuscire sovrabbondante al bisogno. Ora per portar le acque da un punto all' altro non deesi solamente considerare la differenza della caduta ne' due estremi: e quand' anco la caduta totale sia sufficiente, bisogna inoltre esaminare con che proporzione si diminuisca il declive della campagna in tutto il tratto intermedio. E qui possono succedere due differenti, e opposti casi: vale a dire, che i terreni inferiori abbiano una declività o maggiore, o minore di quella, che converrebbe. Nel primo caso sarà necessario di far grandissime escavazioni, e di far cadere gli influenti da altissime pescaie, poste ai loro sbocchi: e nell' altro bisognerà tenere il fiume come per aria; non vi si potranno più ricevere gli scoli, e in caso di una rotta non si potranno più ricuperare gli argini. Secondo le

antiche, e le moderne livellazioni, la progettata linea di diversione del Reno alla Longara incontrerebbe in diverse parti e l' una, e l' altra di queste due difficoltà. In alcuni luoghi tutto il nuovo alveo resterebbe sepolto fra terra, e dovrebbe ricevere la Savena, e l' Idice da molto alte pescaie. In altri luoghi il nuovo alveo rimarrebbe più alto del piano della campagna. Alcuni scoli potrebbero avervi ingresso, quando fossero deviati, e ricapitati più sotto: alcuni però non avrebbero altro ripiego se non se quello di tante botti sotterranee, che per la loro moltiplicità, e grandezza riuscirebbero sempre dispendiosissime, e d' esito molto incerto. Ma di ciò basti.

LIBRO SECONDO.

Delle velocità, e delle pendenze de' fiumi.

CAPITOLO PRIMO.

Della velocità con cui l' acqua esce da' vasi.

Che la velocità con cui l' acqua esce dalle aperture fatte nei vasi di qualsivoglia sorte, sia maggiore generalmente quando è maggiore l' altezza dell' acqua contenuta nei vasi, è un principio assai ovvio, e tanto antico quant' è l' idraulica. Giulio Frontino lo ha chiaramente enunziato nel suo trattato sopra gli acquedotti di Roma. La difficoltà era di trovare in qual proporzione delle altezze si dovessero sempre variare le velocità. Benedetto Castelli nel libro secondo sulla misura delle acque correnti incominciando a ricercare in qual proporzione crescesse la velocità, che nasce dalla pressione delle parti superiori, sospettò che la proporzione medesima fosse quella del numero delle parti prementi, cioè delle semplici altezze. Ma non soddisfacendo il Castelli a tutti i suoi dubbi nè colle congetture da se immaginate, nè colle altre che il Cavalieri gli avea comunicato in alcune lettere, lasciò ad altri la più felice continuazione di simili ricerche. Il Torricelli nel fine del libro secondo sul moto de' corpi gravi, più con alcune sperienze fisiche, che colle sue congetture meccaniche, stabilì che le velocità originate dalla pressione sono come le radici quadrate delle altezze, ed attribuì al Maggiotti il merito di essere stato il primo a tentare varie sperienze di questo genere.

Il Torricelli incominciò la sua dimostrazione da un principio certissimo d' idrostatica, che se alle aperture fatte nelle sponde di un vaso si applicassero altrettante fistole, o tubi, l' acqua vi salirebbe sino all' orizzontale tirata per la superficie dell' acqua. Inoltre suppone egli due cose: la prima, che la velocità, colla quale incomincia l' acqua ad entrar nelle fistole, sia tutta quella, con cui può salire sino a tutta l' altezza del vaso: la seconda che l' acqua esca sempre colla stessa velocità dalle aperture del vaso, e applicate, e rimosse le fistole. Da ciò ne inferì facilmente che l' acqua esce da' fori con quella velocità, che acquisterebbe scendendo da tutta l' altezza dell' acqua superiore, e ch' è per conseguenza come la radice dell' altezza medesima. Ma egli è ancor facile da vedere, che quelle due supposizioni contengono equivalentemente il teorema, che si volea

dimostrare: e però la dimostrazione non è altro che una mera petizione di principio. L' altro principio introdotto nella meccanica dall' Huygens, e dal sig. Daniello Bernoulli, dell' uguaglianza tra la discesa, e l' ascesa potenziale de' corpi, per quanto si può applicare alle acque correnti, ricade nelle stesse supposizioni del Torricelli. Il Varignon negli Atti dell' Accademia di Parigi del 1703, e l' Ermanno nel capo nono del libro secondo della Foronomia, parlarono in una maniera assai vaga dicendo, che la pressione nei vasi è proporzionale all' altezza; che la quantità del moto nell' acqua, che esce dai fori, è proporzionale alla pressione; che il numero delle particelle uscite in un dato tempo è proporzionale alla loro velocità, e che per conseguenza l' altezza è forse il quadrato della velocità. Al più questi principj si possono applicare alle prime particelle che sortono, ma non alle altre che seguono dopo che tutto il fluido è in moto.

Il Newton nella prop. 36. del lib. 2. de' suoi Principj volendo determinare il moto dell' acqua, ch' esce da un foro aperto nel fondo di qualche vaso, incominciò da un' altra supposizione, che ciascuna particella d' acqua sia veramente discesa da tutta l' altezza, che gli sovrasta. Il che s' immaginò egli dover succedere per tal maniera, che tutta l' acqua all' intorno del foro resti senza alcun moto, come se appunto fosse di ghiaccio, e l' acqua, ch' è sopra il foro, discenda gradatamente a forma d' imbuto restringendosi dalla sezione superiore del vaso sino alla sezione del foro medesimo, e formando così una specie di cateratta. A tutte queste supposizioni aggiugnendo anche l' altra, che tutti gli strati dell' acqua passando dall' alto al basso, e ingrossandosi a proporzione che si restringono di diametro, restino tra loro paralleli, determinò il Newton coll' ordinaria sua sublimità, ed eleganza, la figura della cateratta, e le altre leggi del moto, e sopra tutto che la velocità di ciascuna particella d' acqua nel foro è in ragione suddupplicata dell' altezza. Avvertì poi che per l' obliquità delle direzioni, e dei moti, con cui tutte le particelle arrivano alla sezione del foro, e nel centro, e di fianco, succede che nell' aprire si faccian esse anche più vicine tra loro, e si riducano poco sotto del foro ad una sezione più angusta, che dal Newton chiamossi vena contratta.

Per definire la contrazione della vena, che nasce dalla semplice convergenza de' moti, senza comporvi il ristringimento del diametro, che in tutte le cadute verticali nasce dall' accelerazione della caduta, fece quel grand' uomo che il foro restasse di fianco al vaso, e che l' acqua incominciasse ad uscire orizzontalmente. Il foro era circolare, ed avea un diametro di $\frac{5}{8}$ di un pollice, ed era scolpito in una laminetta piana, e molto sottile. Lasciandovi uscir l' acqua ritrovò

Il Newton, che il diametro della vena, in distanza di quasi un mezzo pollice dal foro, stava al diametro del foro medesimo prossimamente come 21 a 25. E poichè la velocità dell' acqua, che passa per diverse sezioni, è reciprocamente come l' area delle sezioni, o sia reciprocamente come i quadrati de' diametri; nelle due sezioni del foro, e della vena contratta la ragione della velocità dovea essere quella del quadrato di 21 a 25, o sia la semplice di 441 a 625, oppure di 1 a 1 $\frac{2}{5}$: ch' è prossimamente la ragione dell' unità alla radice del divario. Però considerando la vena contratta come l' ultima sezione dell' acqua, che esce dal vaso, e fissando che la velocità assoluta sia quella, che si acquisterebbe cadendo da tutta l' altezza; la velocità dell' acqua nel foro sarà bensì proporzionale alla radice dell' altezza, ma nella sua quantità sarà solamente quella, che si acquisterebbe cadendo dalla metà dell' altezza medesima.

Queste ricerche sono troppo ingegnose, e celebri perchè se ne debba perdere la memoria, ed hanno in seguito occupato i più illustri matematici, Giovanni, e Daniello Bernoulli, il Mac-Laurin, il padre Grandi, il Marchese Poleni, e moltissimi altri. Daniello Bernoulli avendo gettato nell' acqua delle polveri colorate, osservò che scendendo esse coll' acqua formavano una specie di cateratta ben differente da quella ch' era stata determinata dal Newton, e che dovrebb' essere un' iperbola del quarto grado. Trovò bensì la stessa proporzione tra i diametri della vena contratta, e del foro, ma tutte le altre circostanze del moto gli parvero differenti, come si può raccogliere dal paragrafo terzo della quarta parte dell' Idrodinamica. Il Marchese Poleni con alcune altre sperienze trovò che il diametro della vena contratta era al diametro del foro come 20 ½ a 26. Molti altri autori, e massimamente Giovanni Bernoulli nella sua idraulica propose varie difficoltà sopra tutta la teoria del Newton. La difficoltà principale si è che quella teoria è fondata in varie supposizioni, che forse non hanno mai luogo in natura, e che quand' anco si verificassero in alcuni casi particolari non sarebbe meno difficile il dimostrarne la realità, che il risolvere tutti gli altri problemi, che si potrebbero proporre intorno al moto de' fluidi.

Le ricerche del Newton sono state più ampliate dal Mac-Laurin nel capo duodecimo della grand' opera sulle flussioni, ma sempre inviluppando le teorie idrauliche con alcune altre arbitrarie supposizioni, com' è per esempio la distribuzione, e la divisione del peso totale del fluido in tre parti, delle quali una sia destinata ad accelerare il fluido al di dentro del vaso, l' altra ad accelerarlo nell' apertura, e la terza finalmente a premere il fondo del vaso. Giovanni Bernoulli volendo sostituire una nuova teoria idraulica a quella del Newton, cambiò le di lui supposizioni con alcune altre, come per

esempio, che tutto il peso del fluido sia impiegato nell' accelerazione di tutte le sue particelle, e che la celerità delle particelle, anche passando dalle maggiori alle minori sezioni, nasca unicamente dal peso. Il Signor d' Alembert nella nuova sublime, e generale teoria, che ci ha dato della resistenza de' fluidi, ha rilevato ottimamente i dubbi, e le difficoltà, che possono nascere nelle teorie del Newton, del Mac-Laurin, e del Bernoulli, ed ha generalmente osservato, che quanto può dirsi in questa materia è per lo meno limitato a due ipotesi: la prima, che i differenti strati del fluido conservino sempre movendosi il loro parallellismo: la seconda, che la velocità sia uguale, e parallela all' asse del vaso in tutte le particelle, che compongono il medesimo strato. E intorno a ciò può vedersi il trattato d' Idrostatica del chiarissimo p. Lecchi, in cui è rilevata copiosamente l' incertezza delle dimostrazioni matematiche sin' ora date sopra le leggi del movimento delle acque, che escono dai vasi, o che scorrono dentro l' alveo dei fiumi.

Una semplice riflessione basta per far vedere, che i problemi d' Idraulica superano tutte le forze della Geometria, e del calcolo. La difficoltà di tutti i problemi cresce in proporzione del numero delle condizioni, dei casi, e delle variazioni, che vi entrano: e così i problemi meccanici sono tanto più complicati, quant' è maggiore il numero de' corpi, de' quali si cerca il moto, e che agiscono in qualunque maniera tra loro. Ora la prima, ed essenziale proprietà de' fluidi si è, che la pressione si stende in essi ugualmente verso qualunque lato, e che tutte le loro particelle cedono subito a qualsivoglia forza, e cedendo si movono facilmente tra di loro. Dunque in una massa di fluido, che si mova in qualsivoglia tubo, o canale, è infinito il numero de' corpi, che agiscono insieme: dunque il determinare il moto di ciascuno di essi è un problema, che dipende da infinite equazioni, e che supera per conseguenza tutte le forze dell' algebra. Per questa ragione io riguardo l' idraulica, e l' idrometria come una parte della fisica, più tosto che della matematica, o come una parte della matematica, i cui progressi, sinora fatti, e da farsi, sono puramente ipotetici, e limitati a certi casi, che forse nella natura non hanno luogo. E volendo riunire in questo trattato ciò che può essere di maggior uso nella direzione de' fiumi, ho tralasciato a bella posta tutte le dimostrazioni, ed i calcoli ipotetici, coi quali diversi autori, e massimamente lo Zendrini, hanno inviluppato questa materia, ed ho in vece raccolto tutte le sperienze, le osservazioni, e le riflessioni, che possono dar lume nei casi di maggiore importanza.

Le sperienze fisiche ci assicurano che le velocità delle acque, che sortono dalle aperture dei vasi sono, almeno prossimamente

proporzionali alle radici delle altezze. Il Guglielmini fu il primo a replicare in dettaglio, e con maggiore precisione gli sperimenti del Maggiotti, e del Torricelli. Mentre avendo scolpito di fianco a un vaso di quattro piedi d'altezza, e ripieno d'acqua, sedici fori circolari d'un'oncia di diametro, ciascuno de' quali si poteva aprire restando chiusi tutti gli altri, e avendoli aperti gradatamente l'uno dopo l'altro; osservò che la quantità d'acqua uscita in egual tempo, e per conseguenza ancora la velocità, con cui usciva dalle aperture, in sei esperimenti riusciva assai prossimamente proporzionale alle radici delle altezze, in otto altri non si scostava da questa legge, che di circa una parte centesima, una volta tutto il divario era di $\frac{1}{55}$, e un' altra volta di $\frac{1}{32}$. Il Mariotti, il Poleni, e molti altri autori ritrovarono la stessa legge tanto più prossima al vero, quanto maggior diligenza adoprarono nel replicare le osservazioni, e le sperienze. In tutta la serie delle sperienze, sinora fatte in questo genere, meritano di essere particolarmente rammemorate per la loro moltiplicità, e precisione quelle, che il sig. Michelotti ha fatto pochi anni sono in vicinanza di Torino, e che ha poi copiosamente descritto nel suo trattato sulla misura delle acque correnti. Finiscono esse di provare, che le velocità delle acque sono veramente in ragione suddupplicata delle altezze delle colonne prementi, e che tutti i divarj, che sogliono ritrovarsi nelle sperienze, devono unicamente attribuirsi alla diversa resistenza dei labbri delle aperture, e ad altre cause accidentali.

Posto questo principio, e data l'altezza dell'acqua, e la figura delle aperture, è un affare di puro calcolo il ritrovare la proporzione delle quantità d'acqua, che n'escono in un dato tempo. Varj teoremi intorno a ciò ci ha lasciato il Guglielmini, ed il Grandi, ed io ve ne ho aggiunto un altro sul fine del capo secondo del libro primo sopra le leggi della gravità. Se la figura del foro sarà prima un quadrato, che con un lato tocchi la superficie dell'acqua stagnante in un vaso, poi un circolo iscritto al quadrato, indi un triangolo similmente iscritto prima col vertice in su, e poi revesciato col vertice in giù, e finalmente un triangolo che abbia la stessa altezza, e vertice di quest'ultimo colla sola metà della base; la quantità d'acqua, che in egual tempo uscirà in questi cinque differenti casi, sarà gradatamente come 5, 4, 3, 2, 1. Nel caso di una luce quadrata, come ordinariamente si pratica per l'erogazione delle acque, tutta la difficoltà del riparto si riduce a quadrare il segmento di una parabola, il cui asse sia verticale, e la sommità nella superficie dell'acqua stagnante, e l'altezza di tutto il segmento sia la stessa altezza dell'apertura. La tavola parabolica del p. Grandi risparmia la fatica del calcolo puramente aritmetico. L'esperienza riferita

dal Mariotti nel primo discorso sul Movimento delle acque, che da un foro circolare d' un pollice di diametro, costantemente immerso per una linea sotto la superficie dell' acqua, in un minuto primo di tempo, uscivano tre pinte, e tre ottavi della misura di Parigi, che sono libbre di Francia $25 \frac{84}{100}$; basta per calcolare ancora la quantità assoluta dell' acqua, che da una data apertura può uscire in dato tempo. Bisogna ora vedere come si applichi il principio medesimo al caso più interessante delle portate intere dei fiumi.

CAPITOLO II.

Delle velocità de' fiumi solitarj.

La velocità di un fiume, che corra solitario senza ricevere degli altri fiumi, e che s' ingrossi di sole acque o sorgenti, o piovane, dipende o dalla caduta, o dalla pressione delle parti superiori. Tutte le particelle di un fluido, cadendo sopra un piano declive, si devono accelerare colle stesse leggi di tutti gli altri gravi che cadono. L' accelerazione, che nasce dalla pressione, è propria, e particolare de' fluidi, che essendo composti di parti sciolte cedono a tutte le forze impresse, e si muovono. La declività del fondo contribuisce principalmente all' accelerazione dell' acque nei primi tronchi dei fiumi tra i seni delle montagne, dove l'altezza del corpo d' acqua è assai piccolo, e le cadute sono precipitose. La pressione delle parti superiori contribuisce principalmente all' accelerazione de' fiumi in mezzo alle gran pianure, dov' è assai piccola l' inclinazione del fondo, e più considerabile il corpo d' acqua. La velocità che nasce dalla pressione dei fiumi più ingrossati nelle pianure, qualche volta è maggior di quella, che nei luoghi montuosi nasce dalla declività del fondo. Così ha osservato lo Zendrini nel capo decimo, che il Po nelle parti inferiori, coll' accrescimento del corpo d' acqua, acquista una velocità maggiore di quella, colla quale esso abbandona superiormente le ghiaie, e che potrebbe bastare a spignere molto più oltre le stesse ghiaie, se s' inoltrassero per tutto il tratto intermedio, sin dove il maggior corpo d' acqua incomincia a compensare la forza sempre più diminuita colla diminuzione della caduta.

Nei tronchi intermedj dei fiumi tutte e due le cagioni possono contribuire all' accelerazione delle acque, l' altezza del corpo d' acqua, e la caduta. Ma allora la caduta dev' essere differente nelle diverse parti della stessa sezione: e come le parti più vicine al fondo devono accelerarsi per la declività del fondo, così le parti vicine alla superficie devono accelerarsi per la declività della superficie. Superiormente a tutte le pescaie, alzati, o traverse de' fiumi, dove il

fondo diventa acclive, come si è detto nel fine del capitolo terzo, la declività della superficie contribuisce moltissimo all' accelerazione delle acque. Mentre abbassandosi le sezioni sul ciglio delle pescaie per l'accelerazione, che nasce dalla libera caduta, si fa più inclinata superiormente la superficie, e per questa ragione si accelerano le acque anche più, e per un tratto maggiore, che non farebbero, per essere unite con qualche sorte di viscosità, e di adesione alle altre acque inferiori. La stessa ragione ha luogo principalmente, come vedremo, alla foce dei fiumi, che da un' altezza considerabile sopra il loro fondo vanno a spianarsi sulla più bassa superficie del mare. Mentre accrescendosi la caduta si accresce ancora la velocità delle acque, che sono alla superficie del fiume, e per la naturale tenacità delle parti, l' accelerazione si stende anche alle altre acque inferiori: e così molte volte succede che tutto un fiume di quindici, venti, o più piedi d' altezza, senza notabile allargamento di letto, e sopra di un fondo acclive, passa a sboccare per una foce di soli cinque, o sei piedi di profondità.

Il Galileo nel discorso sul fiume Bisenzio incominciò ad applicare alle acque correnti le teorie de' piani inclinati, e di tutti i corpi gravi che cascano. Su questi principj andò egli tant' oltre che stabilì, che le velocità rimangono le medesime in due canali di differente lunghezza, e tortuosità, quand' abbiano solamente la medesima altezza, cioè quando restino fissati tra i medesimi termini. Il teorema però non è vero che in astratto, prescindendo da tutte le resistenze: e il fatto mostra costantemente, che nei canali tortuosi, siccome crescono le resistenze, così ancora si scemano le velocità: ond' ebbe ragione il Viviani, discepolo, e successore del Galileo nella sopraintendenza d' acque in Toscana, a di fare al fiume Bisenzio le stesse rettificazioni, che erano state dal Galileo disapprovate. Il p. Castelli fu il primo a far entrare nel calcolo delle quantità d' acqua nei fiumi ancora l' elemento della velocità, che nasce dalla pressione. Noi gli dobbiamo vari teoremi assai semplici, generali, e importanti: come che in un fiume ridotto allo stato di permanenza, senza che si alzi o si abbassi di superficie, deve essere uguale la quantità d' acqua, che in egual tempo passa, e si scarica per tutte le sezioni: e che però nelle stesse supposizioni le velocità medie in qualunque sezione devono essere in ragion reciproca dell' ampiezza delle sezioni. Ma la teoria della velocità, che nasce dalla pressione delle acque superiori non fu messa nel suo giusto lume, che dal Guglielmini, e dal Grandi. Il Torricelli nelle sue scritture sopra le Chiane fu il primo a parlare dell' accelerazione, che nasce dalla declività della superficie.

La velocità, che nasce dalla libera caduta, avrebbe le stesse leggi

di tutti i corpi gravi che cadono, cioè sarebbe come la radice di tutta l'altezza, se le irregolarità del fondo, e le svolte delle rive, e tanti altri intoppi e resistenze, che incontransi nella continuazione del corso, non ne facessero perdere una gran parte. Tutti i fiumi, anche prima che s' ingrossino molto coll' unione degl' influenti, hanno una velocità molto minore, di quella che corrisponde all' altezza della caduta. Il p. Grandi nella proposizione trentesima della seconda Parte del suo Trattato sul movimento delle acque, insegnò come si debba defalcar quello, che gl' intoppi precedenti possono aver levato alla primitiva velocità dell' acqua. Disse che in primo luogo bisogna ricercare colle sperienze qual sia la velocità superficiale di un fiume. E ciò si può ottenere o con misurare lo spazio che un galleggiante percorre in un dato tempo da una ruota, che arrivi colle sue palme alla superficie dell'acqua, o con numerare le rivoluzioni fatte in un dato tempo, o con misurare col quadrante quanto per l' urto della superficie dell' acqua sia deviato dalla linea verticale un peso pendente dal centro del quadrante medesimo. Mentr' egli è noto che le tangenti delle deviazioni del pendolo devono essere proporzionali all' urto, e alla forza dell' acqua, cioè alla velocità, e al numero delle particelle, che vi urtano in un dato tempo, o sia il quadrato della velocità. Ciò posto bisogna ricercare coi noti metodi a qual altezza corrisponda la stessa velocità, che è quanto dire da qual altezza dovrebbe cadere un corpo per acquistare la velocità, con cui si muove la superficie del fiume. E finalmente bisogna aggiugnere quest' altezza a tutta l' altezza della sezione per avere l' altezza viva, a cui corrisponde l' attuale velocità, e che dal p. Grandi è chiamata l'origine equivalente del fiume. Così volle esso che la velocità in varie parti dell' acqua fosse non già come la radice dell' altezza vera della sezione, altrimenti l' acqua nella superficie, non avendo altr' acqua sopra di se, non potrebbe avere alcun moto: nè come la radice dell' altezza presa dall' origine vera del fiume, come se le acque non incontrassero resistenza alcuna nel corso, ma come la radice dell' altezza viva, che si misura dall' origine equivalente.

La velocità, che nasce dalla pressione negli alvei orizzontali, sarebbe pure in ragion sudduplicata delle altezze vere delle colonne prementi, se il caso delle particelle d' acqua, che scorrono dentro l'alveo di un fiume, fosse precisamente lo stesso dell' acqua, che sorte dalle aperture di un vaso d' uguale altezza. Il Wolfio nel teorema 29. della sua Idraulica credette, che per provare l' identità dei due casi bastasse il dire, che in tutti e due l'acqua si muove per la pressione, e che però e nelle aperture dei vasi, e nelle sezioni degli alvei orizzontali, devono essere equiveloci le particelle egualmente distanti da tutta la superficie. Il Guglielmini nella prop. 2. del lib. 3.

sulla Misura dell' acque correnti ne addusse un' altra ragione. S' immaginò che tutto il canale orizzontale fosse segato da un piano verticale, che impedisse il corso dell' acqua, e in cui successivamente si aprissero molti fori, per i quali incominciasse l' acqua ad uscire. Poi avvertì che l' acqua uscirebbe da ciascun foro colla stessa velocità, che avrebbe nell' alveo libero, e orizzontale. E da ciò ne inferì il Guglielmini, che quando si moltiplicassero i fori sino a formare insieme tutta l' apertura della sezione, la velocità di ciascuna particella d' acqua sarebbe appunto la stessa, con cui uscirebbe da un vaso di uguale altezza. Ancora le congetture, colle quali s' ingegnò di provare il Torricelli, che la velocità dell' acqua che sorte dalle aperture dei vasi è come la radice delle altezze, sarebbero ugualmente applicabili al caso degli alvei orizzontali. Mentre immergendo un tubo aperto in un fiume a qualsivoglia profondità, vi salirebbe l' acqua sino al livello della superficie del fiume: e poichè vi salirebbe per la sola pressione delle acque superiori all' apertura del tubo, e inoltre la pressione rimane sempre la stessa, e immerso, e rimosso il tubo; la velocità, con cui l' acqua entrerebbe nell' apertura, e con cui si muove nell' alveo orizzontale, dev' esser quella con cui potrebbe salire sino a tutta l' altezza della sezione, e ch' è per conseguenza come la radice dell' altezza medesima.

Queste, e altre simili ragioni, e congetture, quantunque non arrivino al rigore di una matematica dimostrazione, bastano per dare la maggiore verosimiglianza, o fisica certezza all' assunto. Parrebbe ancora che l' analogia della natura portasse di trasferire la legge medesima dal caso delle acque, che escono dai vasi, al caso delle altre che scorrono liberamente dentro l' alveo dei fiumi. Questo secondo caso è pure assistito dalle sperienze, e osservazioni. Lo Zendrini nel capo quinto della seconda parte del suo trattato sopra le leggi, e i fenomeni delle acque, avendo esaminate col pendolo le velocità in diversi luoghi, e sezioni del Po, quando le stesse velocità non erano molto grandi, le ritrovò a un dipresso proporzionali alle radici delle altezze: nè ritrovò alcun divario sensibile da questa legge se non nei casi delle maggiori velocità, nei quali casi essendo sbalzata in alto la palla, e incurvato il filo sensibilmente, non può più dalla deviazione del pendolo misurarsi con qualche esattezza il moto, e l' impeto dell' acqua. La stessa legge fu pure verificata con tutte l' esperienze che si sono fatte colla fiasca Idrometrica ideata, e proposta da' Bolognesi l' anno 1721. Mentre le quantità d' acqua, che in egual tempo entravano per un piccol foro aperto nella sommità, e che si raccoglievano nella fiasca immersa successivamente, sì nell' acqua stagnante, come nella corrente a diverse profondità, erano sempre a un dipresso proporzionali alle radici delle altezze. Il p. Grandi nel riferire

queste sperienze nella prop. 46. del libro I. mostrò di non farne gran caso, perchè tenuto il foro a fior d'acqua, non ne entrava nella fiasca neppure una goccia: quasi che la superficie dell'acqua non fosse se non trasportata dall'acqua inferiore, per modo, che incontrando questa l'opposizione delle pareti del vaso, ancora quella fosse divertita a diritta, e sinistra senza potere imboccare nel foro aperto. Ma ciò appunto doveva succedere per quella viscosità, e adesione delle particelle dell'acqua, di cui si è già parlato sopra, e si parlerà ancora più diffusamente nel capitolo quarto del libro terzo.

Però raccogliendo tutto sembra abbastanza certo che le velocità dell'acqua, comunque nascano da cagioni differenti, o dalla libera caduta, o dalla pressione delle acque superiori, hanno una sola legge, e sono proporzionali alle radici delle altezze o vere, o vive: cioè sono proporzionali alle radici delle vere, e assolute altezze delle sezioni, quando la superficie dell'acqua non ha alcun moto sensibile, e quando è sensibile il moto alla superficie, sono proporzionali alle radici delle altezze accresciute di quella quantità che corrisponde alla velocità della superficie. Questo teorema somministra un metodo facile di calcolare le portate intere dei fiumi. Gli elementi di tutto il calcolo sono i seguenti. Un corpo grave cadendo liberamente in un minuto secondo di tempo descrive 158 $\frac{13}{14}$ once del piede di Bologna, e colla velocità acquistata al fine della caduta in ugual tempo potrebbe descrivere once 317 $\frac{6}{7}$. Ciò posto se vi sarà una parabola, in cui all'ascissa 158 $\frac{13}{14}$ corrisponda la semiordinata 317 $\frac{6}{7}$, tutte le altre semiordinate esprimeranno le velocità corrispondenti all'altezze delle altre ascisse, e dividendo il quadrato della semiordinata per la sua ascissa, si avrà il parametro delle parabole, che sarà d'once 635 $\frac{5}{7}$. Il viaggio, che in un minuto secondo fa un galleggiante nella superficie d'un fiume, diviso per lo stesso parametro, darà l'altezza che corrisponde alla velocità superficiale, e che aggiunta all'altezza vera del fiume farà tutta l'altezza viva, o equivalente. La radice del prodotto dell'altezza equivalente nel parametro esprimerà la velocità del fondo della sezione. Due terzi del prodotto della velocità del fondo in tutta l'altezza equivalente, meno due terzi del prodotto della velocità superficiale nell'altezza aggiunta all'altezza vera, daranno la velocità media. Finalmente il prodotto della velocità media nella larghezza, e altezza vera, darà la quantità d'acqua, che passa in un minuto secondo per la sezione rettangolare. Nelle sezioni trapezie bisogna calcolare di più la quantità d'acqua, che passa per tutte le perpendicolari dei triangoli formati oltre il massimo rettangolo iscritto: ma il metodo è sempre il medesimo.

Ho applicato a diversi casi tutte le regole antecedenti, e massime al caso delle acque del Bolognese. Così supponendo che la velocità

superficiale nel torrente Lavino, avanti lo sbocco nella Sammoggia sia di tre miglia, o sia d'once 180000 l'ora, e prendendo le larghezze ragguagliate, e le altezze massime delle piene in due sezioni differenti, che più si accostano al rettangolo, e che negli atti dell' ultima visita sono contradistinte colle lettere Q, e P; ho ritrovato, che la quantità, che in un minuto secondo passa per la prima sezione, è di 8219112 once cube, e di 11844043 la quantità, che passa in ugual tempo per la seconda sezione. Istessamente supponendo nella Sammoggia solitaria avanti lo sbocco in Reno la velocità superficiale di tre miglia l'ora, e prendendo i dati delle due sezioni segnate colle lettere O, N, ho ritrovato la portata della prima sezione essere d'once cube 21085741, e la portata della seconda 38012504. Essendo così diverso il risultato dei calcoli nelle due differenti sezioni bisogna osservare che la prima sezione del Lavino, e la prima della Sammoggia si sono prese sopra di un fondo molto più ripido, e inclinato di quello, che corrisponde alle due altre sezioni inferiori. La maggiore inclinazione del fondo, lasciando accelerare più le acque, dovrebbe rendere minori le altezze vere, e le velocità superficiali sempre maggiori nelle due prime sezioni, che nelle seconde. Se vi fossero osservazioni più esatte intorno alle medesime velocità, tutto il calcolo potrebbe farsi più esattamente. Per aver ora la più grande esattezza, che può sperarsi in calcoli di questo genere, prenderemo un medio aritmetico, come suol farsi ordinariamente per combinare le differenze di risultati consimili, e daremo 10031577 alla portata del Lavino, e 29554122 a quella della Sammoggia, che insieme faranno 39585699. E ciò combina prossimamente co' calcoli di due altre sezioni prese nella Sammoggia sotto allo sbocco del Lavino. Poichè supponendo di nuovo la velocità superficiale di tre miglia l'ora, sarebbe d'once 37641360 la portata di una sezione, e 42468495 la portata della seconda, e il medio aritmetico sarebbe 40054927. Non crederemo adunque di scostarci molto dal vero, supponendo che la quantità d'acqua nella Sammoggia unita al Lavino, e nella Sammoggia solitaria siano tra di loro come 4 a 3. Comunque siano poco esatti gli elementi del calcolo, e vi sia qualche differenza considerabile nella quantità assoluta dell'acqua, ciò non ostante essendosi fatto il calcolo alla stessa maniera in tutte le sezioni de' due torrenti uniti, e divisi, ed essendosi preso il medio aritmetico tra i due differenti risultati, non potrà esser corso un maggior errore nel determinare la proporzione, e il rapporto delle portate d'acqua: il che basta per quanto si dovrà dire in appresso.

Il calcolo si può fare con minore incertezza nel Reno, che ha il fondo più regolare. Le antiche osservazioni danno la velocità superficiale del Reno di circa tre miglia e mezzo per ora: ed essendosi essa

prese con leggerissimi galleggianti, si dovranno preferire alle altre più recenti sperienze, che danno una velocità maggiore, e che si sono fatte con alcune fascine gettate nel fiume, le quali restando immerse per una parte considerabile, partecipavano non solamente la velocità della superficie, ma quella ancora degli altri strati inferiori. Con queste supposizioni ho calcolato due sezioni di Reno, che mi sono parse più regolari, per modo che non vi fosse da temere, che calcolando le loro portate dalle larghezze ragguagliate, e dalle altezze delle massime piene, non si avessero prossimamente le proporzioni delle quantità d'acqua. Ho ritrovato che la portata della prima sezione è di once cube 111749323 per secondo, e la portata dell'altra d'once 87950554: onde prendendo un medio aritmetico ho ritrovato, che la portata del Reno solitario è d'once cube 99849938, e che però la quantità d'acqua nel Reno istessamente solitario sta alla quantità d'acqua nel Reno unito alla Sammoggia prossimamente come 5 a 7. Prendendo i dati degli altri torrenti del Bolognese dalle sezioni più regolari, come nella tavola aggiunta al fine di questo libro, ho ritrovato che supponendo il Reno solitario di 100 parti, e la Sammoggia unita al Lavino di 40, e però dopo la confluenza della Sammoggia supponendo il Reno di parti 140, due altre ne aggiugne il Canal Naviglio, 20 la Savena in piena, 24 l'Idice, e 25 insieme gli altri tre torrenti inferiori la Centonara, la Quaderna, ed il Sillaro. Quelli che hanno calcolato con altri dati le portate di questi torrenti, e che, considerando le sezioni come trapezie, hanno tenuto conto più scrupolosamente delle piccole loro irregolarità, sono arrivati a rapporti non molto differenti: onde bastando al presente mio intento di fissare a un dipresso, e come in queste materie può farsi, la proporzione delle quantità d'acqua, non credo necessario d'andar più avanti coi calcoli.

CAPITOLO III.

Della velocità delle acque nei canali artefatti.

Si è visto con qual legge si acceleri un fiume solitario, e per la pressione dell'acque, e per la caduta. Nei fiumi che si uniscono insieme, pare che si abbia a tener conto ancora di un altro elemento, cioè dell'urto, e della composizione della velocità, e del moto che si fa alla loro confluenza. Il Guglielmini nella prop. 4. del cap. 8. della grand' Opera sopra la natura dei fiumi incominciò ad applicare alle acque correnti il principio della composizione del moto. Negli Atti dell'Accademia di Parigi del 1738. il sig. Pitot si servì dello stesso principio per determinare la media direzione, che prenderebbero

liberamente due fiumi che si unissero insieme. Ma per trovare la velocità comune delle acque dopo la confluenza, suppose che nelle acque correnti, come nell' urto de' corpi duri, si conservasse sempre invariabile la stessa quantità del moto: e ricavò da questa supposizione, che la velocità comune de' fiumi uniti è uguale alla somma delle quantità del moto de' fiumi separati, divisa per la somma delle loro quantità d' acqua. Il Fontenelle avvertì nella storia dello stesso anno, che ciò non corrisponde punto ai fenomeni delle acque, che si uniscono in un solo alveo, e che acquistano coll' unione una maggiore velocità. Il padre Grandi nel capo quarto, e quinto del libro primo cercò di determinare collo stesso principio della composizione, e della risoluzione del moto, non solamente la direzione, ma ancora la velocità assoluta delle acque, che si uniscono insieme, e che si dividono. Concepì esso un galleggiante, che nella confluenza dei filoni di due fiumi fosse investito unitamente dalla forza del recipiente, e insieme da quella dell' influente, secondo le loro prime direzioni, onde dovesse il galleggiante, secondo le leggi meccaniche, continuare il suo moto in una direzione intermedia. E supponendo inoltre nella prop. 26. che il moto del galleggiante fosse comune al filone di tutto il fiume dopo il concorso d' entrambi i confluenti, conchiuse che il filone medesimo dovesse tenere naturalmente una direzione intermedia a quelle del recipiente, e dell' influente. Ciò posto ne' dodici corollarj, e ne' due scolj seguenti il p. Grandi applicò generalmente alle acque correnti tutte le teorie meccaniche della composizione delle velocità; e nello scolio terzo pretese, che se le ripe del recipiente poco sotto allo sbocco non cedessero all' impressione dell' influente, il filone del recipiente si manterrebbe nella stessa direzione di prima, accrescendosi però l' antica sua velocità di tal parte, che stesse alla velocità dell' influente come il seno del compimento dell' inclinazione de' fiumi al seno totale. E da ciò dovrebbe seguire, che se il filone dell' influente secondasse colla sua direzione quella del filone del recipiente, facendo un angolo molto acuto, come succede ordinariamente, sarebbe la velocità nell' alveo comune eguale alla somma delle velocità del recipiente e dell' influente; mentre la velocità, che avrebbe il galleggiante nel filone del fiume unito, sarebbe appunto la somma delle due velocità separate.

Ammesso questo principio ne seguirebbe, che le sezioni del recipiente non potrebbero crescer di molto per l' unione dell' influente, appunto perchè crescendo la quantità d' acqua si comporrebbero ancora le velocità, e il corso dell' acqua diverrebbe più rapido di prima. Ma oltre le difficoltà generali, che abbiamo già rilevato sopra tutta quanta l' Idraulica, molti altri dubbi particolari potrebbero nascere intorno a quelle supposizioni del p. Grandi. Particolarmente si

potrebbe negare, che il caso di un semplice galleggiante sia lo stesso col caso di due corpi d' acqua, che da due alvei separati passano in un solo alveo. Però lasciando a parte le ipotesi delle teorie, si potrebbe anche qui seguitare il metodo già incominciato di spiare le leggi della natura da' suoi fenomeni. Ma intorno a ciò non si può ricavare che poco dagl' autori più antichi. Il Guglielmini sul fine del Capo settimo considerando il fenomeno celebre del Po di Venezia, che senza allargarsi di letto ha ricevuto il ramo di Ferrara, e il Panaro, disse generalmente, che un piccol fiume può entrare in un grande senza aumentarlo di altezza, nè di larghezza. Credette che ciò potesse succedere, perchè il corpo d' acqua accresciuto si mantenesse tutto in uffizio, seguitando la direzione del filone, senza svagare lateralmente. Nell' ipotesi che tutte le sezioni fossero vive, e che la velocità di prima, e dopo la confluenza di due fiumi fossero come le radici delle altezze vere; i cubi delle altezze sarebbero come i quadrati delle quantità d' acqua, che in ugual tempo si scaricano per le sezioni. Da questo teorema ne dedusse il Manfredi nel Capo terzo della risposta a' signori Ceva é Moscatelli, che il Reno in piena, aggiugnendo $\frac{1}{31}$ d' acqua al Po, supposto parimente in piena, non ne potrebbe far crescere l' altezza che di once 8 $\frac{1}{2}$, o sia di circa $\frac{1}{51}$. Ma poi riflettendo a molte altre circostanze, e massime all' esperienze più volte fatte, che le acque della chiavica di Burana aggiunte, e levate al Panaro non vi facevano alcuna variazione sensibile di altezza, sostenne il Manfredi nel Capo quarto, che l' elevazione del Po per l' accrescimento del Reno dovrebbe riuscire in pratica assai minore.

Le controversie ultimamente insorte in materia d' acque a Bologna, e in Olanda hanno fatto discutere minutamente questa importante parte d' Idrometria. Il Reno grande si divide vicino ad Emerik in due rami, quasi uguali tra loro, il Wabal, e il Reno. Il letto di tutti e due si uguaglia prossimamente al letto del fiume intero avanti la divisione; e quando vi s' ingrossano le acque, sono e nell' uno, e nell' altro alte ugualmente. Il secondo ramo si divide di nuovo verso Arnheim per formar l' Yssel, e la sezione dell' Yssel non differisce molto da quella del Reno. La prima divisione di tutto il fiume fu incominciata sotto i Generali Romani Drusio, e Corbulone, e fu poi con tant' altre suddivisioni continuata ne' secoli posteriori. Tanta moltiplicità di canali portando vantaggi grandissimi alla navigazione, e al commercio dell' Olanda, ha poi le conseguenze perniciosissime, che le acque divise in tanti rami perdono la velocità, e la forza di sostenere, e spignere più oltre le materie eterogenee che portano. Il continuo rialzamento del fondo rende sempre più difficili gli scoli delle campagne, e sempre maggiore la spesa di mantenere que' fiumi

tra gli argini, e sempre più gravi i danni, che per qualunque rotta soffrono vasti terreni, e che minacciano tutto il paese della totale rovina. Per liberare dalle inondazioni la parte dell' Olanda, che resta tra Roterdam, Utrecht, Amsterdam, e l' Oceano, fu proposto nell' anno 1754 il progetto di fare nel Lock, ch' è un' altra diramazione del Reno, un taglio di sedici chiuse, per cui se ne scaricasse una parte nella Meruva, che è l' unione della Mosa col Wahal. Il sig. Gennetè, già noto per diverse operette sopra la coltivazione de' campi, sopra la purificazione dell' aria negli ospitali, e sopra la maniera di liberare i cammini dal fumo, pubblicò in quella occasione le sue esperienze sopra il corso dei fiumi, diretto in forma di lettera ad un Magistrato Olandese.

Sostenne il Gennetè che il diversivo sarebbe riuscito inutile per diminuire l' altezza delle piene, e propose in vece, di riunire tutte le acque del Reno grande nel vecchio ramo dell' Yssel, e così di rivolgerle per la strada più corta al mare. Disse che coll' unione di tutte le acque si sarebbe accresciuta la loro velocità, e però non sarebbe cresciuta l' ampiezza delle sezioni, ma bensì si avrebbe avuto più forza di escavare il letto, e impedirne le successive deposizioni. Appoggiò queste sue idee all' esempio di quanto succede al contrario nelle presenti divisioni del Reno: ed aggiunse che prima di essere diviso in Olanda quel fiume assorbisce a Magonza il Meno di quasi uguale portata d' acque, senza lasciar conoscere alcuna variazione sensibile nelle dimensioni dell' alveo. Così pure da Magonza andando a Colonia riceve di più la Mosella, e molti altri rivi minori: e pure il Reno è di letto più ristretto a Colonia, che sopra la confluenza della Mosella. Ma non avendo più precise misure delle sezioni del Reno grande e sopra, e sotto lo sbocco de' suoi influenti, ricercò il Gennetè coll' aiuto delle sperienze la variazione della velocità, e dell' altezza nei piccoli canali, dove già fosse nota la variazione della quantità d' acque. Fece adunque costruire in Leida un fiume artificiale, a cui si somministrava l' acqua da un vaso di cinque, o sei piedi di altezza, e in cui per mezzo di alcune chiuse si scaricavano degli altri rivi. Diede al fondo del recipiente, e di tutti gli influenti la pendenza uniforme d' un piede in 1200, ed osservò tutte le variazioni, che seguivano con aggiugnere gl' influenti, e con levarli. I canali erano larghi almeno sei, o sette pollici, come mi ha detto il sig. Alamand, celebre professore dell' università di Leida, ch' era stato presente alle sperienze fatte nel 1755. Nel tempo del mio soggiorno all' Aia ho parlato con alcuni de' Commissari, che vi erano stati presenti d' ordine pubblico, e con varie altre persone che attestavano pure della loro verità. L' esito delle sperienze è il seguente.

Avendo prima notato il Gennetè l'altezza dell'acqua nel solo recipiente vi lasciò correre dentro un rivo, che vi aggiugneva la metà di acqua, e poi un altro, che vi aggiugneva un'altra metà, e osservò, che essendo successivamente nel recipiente le quantità d'acqua come 1, 1 $\frac{1}{2}$, 2, l'altezza dell'acqua rimaneva sensibilmente la medesima, e però le velocità, e le quantità d'acqua crescevano nella medesima proporzione. Poi avendo egli misurate attualmente le velocità per mezzo di una macchinetta collocata nel fiume in tempo delle sperienze, ritrovò ch'esse erano veramente in ragione di 1. 1 $\frac{1}{2}$, 2. Finalmente per ritrovare i limiti, oltre i quali cominciava a divenire sensibilmente l'accrescimento di altezza fece entrare successivamente nel nuovo fiume degli altri rivi uguali ai primi: e il primo grado di accrescimento comparve quando l'accrescimento della quantità d'acqua nel recipiente si fece tre volte maggior di prima, e fu l'accrescimento di $\frac{1}{48}$ di tutta l'altezza: il secondo grado fu di $\frac{1}{24}$, e osservossi quando le acque si aumentarono al quadruplo: e così quando le quantità d'acqua divennero 5, 6, 7, si fece l'accrescimento d'altezza di $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{9}$. Dall'unione delle acque passando alla divisione, diede il Gennetè al suo fiume artificiale la massima altezza possibile, lasciandovi correre tant'acqua, che fosse vicina a traboccare dalle sponde. Quindi alzando una chiusa, ne derivò circa $\frac{1}{16}$, e osservò che a principio si abbassava la superficie dell'acqua, e che appena riempito il diversivo tornava la superficie all'altezza di prima, componendosi allo stesso livello nel diversivo, e nel fiume intero. Nè altro maggiore effetto produsse un taglio, che prendeva la metà dell'acqua del fiume. Bensì aperti i diversivi, e ridotte le cose allo stato di permanenza, la velocità misurata colla macchinetta indicata trovavasi diminuita. I limiti delle diminuzioni erano i seguenti. Quando si univano insieme due rivi tra loro uguali, e lontano dagli sbocchi si aprivano due tagli, ciascuno d'una sezione uguale a quella del fiume intero, s'abbassavano le acque di $\frac{1}{16}$. Quando i rivi tra loro uguali insieme uniti erano cinque, e la sezione de' due diversivi restava come prima uguale a quella del fiume intero, l'abbassamento era di $\frac{1}{24}$. Lo stesso succedeva quando i diversivi erano tre, e i rami uniti sei. Con due diversivi, e sei rivi, tutti uguali tra loro, l'abbassamento era di $\frac{1}{43}$.

Il libro del sig. Gennetè si pubblicò mentre appunto io mi trovava occupato dalle controversie di Bologna, e confrontando tra loro le osservazioni fatte nei fiumi, mi pareva di ricavarne, che molte volte con un considerabile accrescimento della quantità d'acqua non si ha un accrescimento sensibile di altezza, e che però la velocità dell'acqua cresce sensibilmente nella stessa ragione della sua quantità. Le sperienze fatte nei piccoli canali, quantunque non possano

servir di norma a regolare i gran fiumi, bastano però a far vedere che la natura, e in piccolo, e in grande opera sempre allo stesso modo, ed è sempre analoga a se medesima. Per questa ragione di analogia ho inserito il risultato delle sperienze al mio libro, e le ho fatte conoscer subito in Italia. Fra tutti quelli che presero ad esaminarle, non vi fu alcuno, che negasse d'esservi qualche caso, in cui le sperienze si possono avverare, come apparisce da varie relazioni inserite nella Raccolta di Firenze, e massime dalla pagina 544. del tomo sesto. Alcuni le giudicarono interamente fallaci, ed alcuni altri credettero ch'esse portassero alle più assurde conseguenze. Mentre applicando ai fiumi ciò che il Gennetè avea osservato nei canali artefatti, e prendendo nel senso generalissimo il risultato particolare delle sperienze, credettero che si avesse a dedurne, che un corpo d'acqua si potesse raddoppiare oltre qualunque limite all'infinito, senza che mai crescesse sensibilmente di altezza. Un somigliante assurdo non ha che fare, nè colle osservazioni fatte in piccolo dal Gennetè, nè colla tesi particolare, che io avea ricavato dalle osservazioni fatte più in grande, ne' nostri fiumi: e la mia tesi si era precisamente, che, come il Reno riceve la Samoggia senza variazione sensibile dell'ampiezza delle sezioni, così potrebbe ricevere ancor la Savena, e l'Idice, e gli altri piccoli torrenti inferiori, senza crescere sensibilmente di altezza, nè di larghezza.

Le sperienze furono ripetute con moltissima diligenza l'anno 1762 in Ferrara, e reiterate in Roma l'anno 1763, e poi di nuovo in Ferrara l'anno 1766, e l'esito fu affatto differente. Supposta la verità e l'esattezza con cui il Gennetè ci ha descritto le sue proprie sperienze, e di cui sono stato assicurato da molti testimonj di vista: e supposto inoltre ciò che tutti accordarono, che l'esperienze di Gennetè potessero avverarsi in qualche caso; restava da dire che il caso di Roma, e di Ferrara non era il caso di Leida. Il sig. Gennetè si è bensì esibito a venire egli stesso a rifare le sue sperienze in Italia; ma nel suo libro, e nelle particolari sue lettere non ha mai indicato le circostanze del suo fiume artificiale, come per esempio qual fosse la larghezza, e altezza precisa delle sezioni, qual fosse la disposizione delle imboccature, e a quale distanza entrassero gl'influenti, e si facessero le diramazioni. Ciò non ostante ha bastantemente mostrato nelle sue lettere il Gennetè, che le sperienze di Roma non offrivano nulla che si potesse rapportare all'Idrometria. E certamente la pianta della macchina descritta nella tav. 5. del tom. 6. della Raccolta di Firenze basta per far vedere, che la larghezza dei canali separati non avea uniformità alcuna, che al luogo della riunione si urtavano le acque differentemente, e che tutta la costruzione era assai diversa da quella del Gennetè. Di più la macchina di Roma era troppo

piccola, non avendo i canaletti che un pollice di larghezza, e dodici piedi di lunghezza, come apparisce dalla pag. 512. della Raccolta già nominata. Ed è ben facile da vedersi, che la resistenza del fondo, e delle sponde in rivi tanto piccoli dovea turbare tutto l' esito delle sperienze. Lo stesso si deve dire della macchina adoperata in Ferrara l' anno 1766: mentre il canale era lungo piedi 10, e once $5\frac{1}{2}$, largo once 2, e alto $2\frac{1}{4}$, come pure apparisce dalla pag. 533. della Raccolta. Di più le acque vi entravano da varj fori aperti nella stessa vasca: onde non vi era nulla che si potesse assomigliare ad un fiume investito, e urtato di fianco da qualche influente.

La macchina adoperata in Ferrara l' anno 1762. avea più somiglianza con quella del Gennetè. Il recipiente era lungo piedi 199, e largo once 7, e tale era pure la larghezza degl' influenti, che lateralmente vi entravano ad angolo acuto. L' esito delle sperienze fu che lasciando entrare nel recipiente il primo influente di quasi uguale portata d' acqua, l' accrescimento d' altezza era quasi della metà, ed era poco minore di un' altra metà l' accrescimento fatto per l' aggiunta di un secondo influente. Volendo applicar l' esperienze all' Idrometria, non vi sarebbe altra eccezione da fare, se non che la quantità d' acqua era troppo piccola, e la velocità superficiale troppo grande per ritrovarvi la somiglianza di qualche fiume. La velocità superficiale essendo nelle sperienze di Ferrara 199 piedi in quattro minuti, o sia di piedi 2985 per ora, veniva ad essere circa un quinto della velocità, che abbiamo già supposto nella superficie del Reno. Il corpo d' acqua poi era 4100 once cube per ogni minuto primo, cioè quasi 146000 volte minore della portata intera del Reno in piena. Non è naturale che diminuendo tutti gli elementi di un fiume, il solo elemento della velocità superficiale non abbia anch' esso a scemare con qualche sorta di proporzione. In oltre io non vorrei mai che da quanto succede in così piccoli fili d' acqua si ricavassero le leggi dei fiumi grandi. Però non mi diffondo sopra le altre sperienze, che furon fatte in Roma, ed in Bologna, e che convenivano meglio con quelle del Gennetè. Lascio alla fisica sperimentale tutte queste sottigliezze dell' arte, e passo a spiare dalla natura i principj, e le regole d' Idrometria.

CAPITOLO IV.

Della velocità de' fiumi uniti, e divisi.

Nella solenne visita, che da tanti periti, e matematici si è fatta ultimamente sul Bolognese, si sono prese colla maggiore esattezza, e precisione quattro sezioni del Reno sopra lo sbocco della Sammoggia,

e cinque altre sotto allo sbocco. Le altezze massime furono rilevate dalla piena di Reno seguita li 11. Novembre del 1761. Le altezze medesime, le larghezze ragguagliate, e le sezioni si trovarono come segue.

Sopra lo sbocco.	*Altezze massime.*	*Larghezze ragguagliate.*	*Sezioni.*
I.	piedi 17 $\frac{1}{2}$	piedi 176	piedi quadrati 3080
II.	17	157	2672
III.	16 $\frac{1}{2}$	151	2491
IV.	16 $\frac{1}{2}$	207	3415
Sotto lo sbocco.			
I.	14 $\frac{1}{2}$	158 $\frac{1}{2}$	2298
II.	13 $\frac{2}{3}$	166	2213
III.	13	1[illegible]8	2574
IV.	13 $\frac{1}{2}$	153	1765
V.	9 $\frac{1}{3}$	259 $\frac{1}{2}$	2422

Le prime quattro sezioni inferiori furono prese in luoghi assai distanti dalle valli, e tutte in luoghi, dove il pelo alto è parallelo al pelo basso, e il pelo basso parallelo al fondo, e dove per conseguenza non si può stendere l' accelerazione che nasce dallo sfogo libero delle rotte aperte nelle valli. La sezione più bassa delle quattro, che si sono prese superiormente, è lontana due miglia dallo sbocco della Sammoggia, e non vi poteva essere per conseguenza sospetto alcuno di regurgito. Quasi tutte le sezioni e superiori, e inferiori furono prese in luoghi dove l' alveo è assai regolare, dove non forma gomiti, e svolte, e dove per conseguenza la minor tortuosità non contribuisce all' accelerazione delle acque. La piena di Reno nel giorno indicato non combinò veramente nel suo colmo colla piena della Sammoggia, siccome rare volte succede che arrivino precisamente allo stesso tempo le piene di due fiumi di corso differente. Ciò non ostante non essendo assai grande questa differenza di corso, nè essendo molto lontana l' origine del Reno, e della Sammoggia, e ingrossandosi tutti e due per le medesime cause delle pioggie, e nevi sciolte, succede sempre che il Reno in piena ritrovi la Sammoggia assai gonfia. E in fatti il colmo della piena della Sammoggia non prevenne in quel giorno, che di poche ore il colmo della piena di Reno. Dunque il Reno si accrebbe di un considerabile corpo d' acqua coll' unione della Sammoggia senza crescere sensibilmente di altezza, nè di sezione.

Lo stesso succede nella Sammoggia per la confluenza del Lavino. Due sezioni si sono prese sopra allo sbocco: l' una in distanza di pertiche

1132 sopra un fondo assai ripido, e che però non può confrontarsi colle sezioni prese al disotto in luoghi di pendenza molto minore: l' altra in distanza di pertiche 356 sopra un fondo assai regolare. L' altezza massima della seconda era di piedi 18. nella larghezza ragguagliata di piedi 58, ed era tutta la sezione di piedi quadri 1044. La Sammoggia immediatamente sotto allo sbocco del Lavino cade da un dosso assai ripido di circa quattro piedi d' altezza, come apparisce dai profili: e però l' accelerazione della caduta deve impedire, che il regurgito delle acque unite, qualunque siasi, si stenda molto all' in su. Inoltre la pendenza del fondo della Sammoggia in quelle pertiche 356 è di più d' un piede: onde quand' anco il regurgito alla confluenza del Lavino vi tenesse un piede d' acqua morta, o facesse le veci di una pescaia d' un piede d' altezza; l' orizzontale tirata per la sommità di essa non arriverebbe a incontrare il fondo così lontano, e la sezione misurata sarebbe libera. Finalmente e sopra e sotto quella sezione il pelo alto è parallelo al fondo senza vestigio alcuno di regurgito sensibile. Inferiormente allo sbocco del Lavino dove il fondo della Sammoggia è più regolare, e cammina parallelo al pelo alto, l' altezza massima è di piedi 15 $\frac{2}{3}$ nella larghezza ragguagliata di piedi 70 $\frac{1}{2}$, ed è tutta la sezione di piedi quadri 1107. La Sammoggia, e il Lavino, essendo più vicini tra loro, e avendo quasi lo stesso corso, hanno ancora contemporanee le piene. Però quantunque la quantità d' acqua nella Sammoggia cresca di circa un terzo, come si è detto, dopo la confluenza del Lavino, e quantunque la pendenza del fondo della Sammoggia, con ciò si diminuisca notabilmente, niente di meno l' altezza è minore, e tutta la sezione è di poco maggior di prima.

Non sono meno esatte le osservazioni fatte nella Gaiana, che quantunque accresca quasi della metà il corpo d' acqua della Quaderna, non ne accresce però sensibilmente l' altezza, nè tutta l' ampiezza delle sezioni. La sezione del Tevere sopra la confluenza del Teverone è di palmi quadrati 4013, e sotto la confluenza di palmi 4071. Abbiamo ancora molti altri esempi d' acque correnti considerabilmente accresciute senza sensibile accrescimento di altezza, nè di larghezza. Così leggiamo nell' informazione sopra le osservazioni del Po, fatte nella visita del 1719, e 1720, che essendo il Po in guardia nel tempo d' una delle maggiori sue piene nel 1714, ed essendo sopravvenuta una piena di Panaro, nessuno degli abitanti di Lagoscuro, nè degli altri luoghi vicini al Po ha potuto notarvi qualche variazione sensibile di altezza. Leggiamo inoltre nell' informazione medesima, che nelle piene del 1719 nè il Panaro, nè la Secchia hanno alzata sensibilmente la superficie del Po quantunque il colmo della piena del Po sia certamente concorso col colmo della Secchia. E nella

Raccolta del 1728 leggiamo, che essendosi fatta la prova di mettere de' segni stabili nel Panaro, e di lasciarvi entrare, e poi di levarvi le acque del grosso scolo di Burana, non si è notato nel Panaro nè alcun alzamento sensibile nel primo caso, nè alcun abbassamento sensibile nel secondo. Questi tre fatti ci sono ancora particolarmente attestati da Eustachio Manfredi, la cui testimonianza vale per tutte. In essi non vi è alcuna eccezione da fare, nè che la quantità d'acqua dell'influente non avesse proporzione sensibile a quella del recipiente, nè che le sezioni del recipiente non fossero vive, nè che l'invariabilità delle stesse sezioni si potesse ad altro attribuire che all'accrescimento di velocità fatto nelle acque unite, in proporzione della quantità loro accresciuta.

Ciò che osserva nell' unione de' fiumi, si vede pure nella loro derivazione, o divisione, dove spesse volte succede, che deviando dal tronco principale un corpo d'acqua considerabile, il corpo d'acqua residuo non si diminuisce sensibilmente di altezza, nè di larghezza. Le osservazioni, che senza più precise misure sono state indicate dal Gennetè, si possono confermare con un' altra fatta nel Po di Venezia, e descritta in dettaglio nel celebre Voto di Monsignor Riviera. La sezione del ramo d'Ariano, diviso da quello delle Fornaci, è di piedi quadrati 2365: quella del tronco principale avanti la separazione è di piedi 1270: e l'altra del ramo delle Fornaci è di piedi 12330 $\frac{1}{2}$: e in fine la larghezza ragguagliata del tronco principale è minore di piedi 35 della larghezza del ramo delle Fornaci, e l'altezza è solamente di un' oncia e mezzo maggiore in quello, che in questo. Con una così piccola diminuzione di altezza, e con accrescere la larghezza di piedi 35, da una sezione di piedi 1270 si viene a cavar tant' acqua, quanta ne passa per una sezione di piedi 2365, aggiustandosi così ogni differenza colla varia velocità, che risulta ne' detti canali. E siccome tutta l'acqua, che passa per i due rami inferiori delle Fornaci, e di Ariano, è quella ch'era prima passata per il tronco principale del Po avanti la divisione; così non si può dubitare che non dovesse succedere lo stesso, quando con moto retrogrado que' medesimi due rami dovessero riunirsi in un sol tronco: e ciò tanto più agevolmente, quando fosse fatta la confluenza ad angolo più acuto, che ivi non è. Questa osservazione basta a provare l'inutilità di tutti i diversivi, anche quando essi cavano dal tronco principale una quantità d'acqua, che abbia una proporzione sensibile a tutto il resto del fiume.

È questo un paradosso Idrostatico comunemente insegnato dagli Autori Italiani, e confermato sempre dall' esperienza, che non si diminuisca punto l' altezza di una piena con diminuire la quantità d'acqua. Il p. Castelli nel coroll. 13. del lib. 1. sopra le acque

correnti disapprovò l'antica diramazione, che si faceva del Po al Bondeno, e che fu poi tralasciata sino dall'anno 1638. Il Guglielmini nel capitolo duodecimo confermò l'opinione del Castelli intorno al poco utile, che portano i diversivi, sì per la poca acqua, che scaricano in proporzione di quella di tutto il fiume, sì per la poca altezza, che levano a quella, che senza di essi si avrebbe nel fiume medesimo. Eustachio Manfredi in una scrittura inedita ha eccellentemente provata l'inutilità, e il pericolo dei tagli, che alcuni aveano progettato di fare sulla diritta del fiume Serchio. L'esperienza ha pure dimostrato inutile il taglio dell'argine sinistro d'Arno alle Fornacette, con cui anticamente credevasi di salvar Pisa dalle inondazioni. L'anno 1740 essendosi fatto quel taglio, s'ebbero nel tronco superiore d'Arno tre, o quattro rotte, e intanto non si accorsero a Pisa di alcuna diminuzione della piena. E nel mese di Novembre del 1761, in tempo d'una gran piena, essendosi replicato l'antico taglio, la piena continuò a crescere a segno tale, che alcuni non si sapevano persuadere, che il taglio si fosse fatto. La piena sopravvenne in poche ore la notte del giorno 14, e continuò con piccole mutazioni sino alla sera del giorno 15. Alle sette ore nella stessa sera si fece aprire per circa otto braccia l'argine sinistro del fiume alle Fornacette, che fu presto allargato dalle acque sino a vent'otto, o trenta braccia. Non ostante l'ampiezza della sezione, e la quantità d'acqua che usciva, seguitò in Pisa a crescere la piena, e verso le ore undici arrivò alla massima altezza, che si sia vista a memoria. Io la mattina seguente ho visto tutte coperte dalle acque le luci del ponte alle Piagge, e nel ponte di mezzo ne ho visto una sola, e due nel ponte a mare, che non erano affatto coperte. Anzi dopo il mezzo giorno de' sedici crebbe di nuovo la piena, e solamente verso sera incominciò ad avere il suo termine.

A quest'osservazione mia propria ne posso aggiugnere delle altre di altri fiumi, che conosciamo. Il canale fatto scavare dall'Imperador Nerva per divertire le soverchie acque del Tevere nel tempo delle maggiori escrescenze, non servì punto a impedire le inondazioni, come ci attesta Plinio nelle sue epistole. Le due sezioni del Tevere, che nella pianta del 1744 si sono rilevate, e sopra, e sotto la diramazione del canale di Fiumicino, hanno prossimamente la larghezza medesima. La profondità ragguagliata nella sezione superiore è di dieci palmi, e tutta la sezione è prossimamente rettangolare. La profondità ragguagliata nella sezione inferiore è di nuove palmi: ed arrivando la profondità vera da una parte della sezione sino a palmi diciotto, quand'essa si riducesse a una sezione regolare, e rettangola si troverebbe prossimamente di una medesima portata. E così il ramo di Fiumicino non è di alcun vantaggio sensibile al ramo

d' Ostia. I due diversivi fatti aprire da Vincenzio Viviani nel fiume Celone, ch' è un influente della Chiana ha cagionato l' interramento, e la perdita del tronco principale. Intorno a ciò può vedersi il parere dato sopra i diversivi del torrente Maroggia dal sig. Tommaso Perelli, sommo, ed eruditissimo matematico. Può ancora vedersi il discorso del celebre sig. Lorgna sopra le inondazioni dell' Adige, dov' è provato abbastanza, che le tante diversioni, e diramazioni di quel fiume non hanno cagionato altro, che il maggior alzamento del fondo, e il maggior pericolo delle piene.

Però raccogliendo tutto è certissimo che l' altezza dei fiumi uniti cresce in una ragione molto minore di quella del corpo d' acqua accresciuto; e molte volte con un considerabile accrescimento della quantità d' acqua non si ha un accrescimento sensibile di altezza, e per conseguenza la velocità dell' acqua in tal caso cresce sensibilmente nella stessa ragione della sua quantità. Questo fenomeno salta agli occhi di chiunque paragoni l' altezza, e la sezione di un fiume colla somma di tutte le altezze, e di tutte le sezioni degli influenti. Tutte le osservazioni sinora fatte nei fiumi e maggiori, e minori confermano la medesima verità. Il Reno grande unito al Meno, ch' è quasi ugualmente grosso, non pare sensibilmente ingrossato, e dividendosi in due, o tre rami non si abbassa sensibilmente di superficie. Il Danubio assorbisce il fiume Inn, quasi ugualmente grosso, senza farsi con ciò più largo, nè più profondo. Le piene maggiori della Secchia, e del Panaro non portano nello stesso ramo di Po alcun accrescimento di altezza, che sia sensibile: così pure le diramazioni del Po, e del Tevere non fanno che le sezioni inferiori siano molto minori di quelle del tronco principale. Il Tevere allo sbocco del Teverone, il Panaro alla chiavica di Burana, la Quaderna allo sbocco della Gaiana non soffrono variazione sensibile nelle loro sezioni per l' accrescimento del corpo d' acqua. E così pure la Sammoggia, dopo di essere accresciuta di un terzo coll' unione del Lavino, il Reno, dopo di essere accresciuto poco meno di due quinti coll' unione della Sammoggia, nè si restringe sensibilmente di letto, nè si accresce di altezza nelle piene. Una verità Idrometrica non può appoggiarsi a un maggior numero di osservazioni uniformi. Dunque generalmente le velocità delle acque unite crescono in una ragione poco differente da quella delle quantità loro. Dunque nel caso particolare del Reno, quando le sue acque crescessero di due settimi per l' unione della Savena, e dell' Idice, piuttosto che aumentar di sezioni, dovrà accelerare il suo corso prossimamente in ragione della quantità d' acqua accresciuta. Questa particolar conclusione basta per quanto dovremo dire in appresso.

CAPITOLO V.

Delle pendenze de' fiumi.

Tutti i fiumi che portano arene, e torbide, correndo ancor solitarj ne' loro alvei, senza ingrossarsi coll' unione di nuove acque, dispongono il loro fondo nelle parti inferiori con una declività minor di quella, che hanno nelle parti superiori: o sia le inclinazioni degli alvei tanto più si sminuiscono, quanto più si discostano dal loro principio, come ha insegnato il Guglielmini nella Regola settima del capo quarto. Tutte le livellazioni, che si sono fatte ne' fiumi di tal natura, tra un influente, e l' altro, prescindendo da alcune irregolarità, danno una pendenza ragguagliata di fondo gradatamente minore andando all' ingiù. Così per esempio il Reno nelle prime pertiche 781 sotto lo sbocco dalla Sammoggia, secondo le ultime livellazioni, pende in ragione d' once 17. 8 per miglio: e in tutto il tratto di miglia $7\frac{1}{2}$ dalla Sammoggia fino alla rotta presente, che si chiama Panfilia, ha la pendenza ragguagliata d' once 18. 4, che si fa poi di once $14\frac{3}{4}$ nelle ultime tre miglia sopra la rotta: e quando il Reno correva fino a Vigarano, sei, o sette miglia più sotto della presente rotta, non aveva nell' ultimo tronco una caduta maggiore d' once $12\frac{3}{4}$ per miglio, come consta dagli atti delle visite di Monsignor Riviera. La ragione si è che colla continuazione del corso intrecciandosi tra di loro diversamente, e sfregandosi, e dibattendosi le arene, sempre più si assottigliano, e però ricercano forze sempre minori per essere portate più lontano; e comunque la pendenza del fondo influisca nell' accelerare le acque, ed accrescere la loro forza, posto ancora il medesimo corpo d' acqua, per tenere escavato il fondo, dove sono più sottili materie, basta una minore declività. La stessa diminuzione di pendenza si osserva pure ne' fiumi, e ne' torrenti, che corrono in ghiaia, e sassi; non perchè i sassi, e le ghiaie collo sfregamento continuo si diminuiscano sensibilmente di mole, ma perchè restano di mano in mano più addietro le ghiaie, e i sassi più grossi, e irregolari. Così per diverse ragioni si verifica sempre generalmente, che, posto ancora il medesimo corpo d' acqua, si diminuisce la pendenza del fondo dove sono più piccole, e più leggiere le materie che si trasportano dai fiumi.

Che se poi si tratta dei fiumi, che s' ingrossino coll' unione di altri fiumi minori, egli è certo ugualmente che il loro fondo richiederà una pendenza tanto minore, quanto sarà maggiore il corpo delle acque unite insieme. Questo principio è stato diffusamente insegnato dal Guglielmini nel capo quinto, e da Eustachio Manfredi nelle sue risposte al Corradi, e al Ceva: ed è pure un principio autenticato

dai fatti, e dai fenomeni. Mentre se si misureranno le pendenze di tutti i rigagnoli, che costituiscono un rivo, di tutti i rivi, che formano i torrenti, e di tutti i torrenti, che sboccano in un fiume reale; si troverà sempre, che i minori hanno il fondo più inclinato, e più ripido de' maggiori. Il Barattieri nella prima parte della sua Architettura ha già notato che il Po grande, da Cremona fino allo sbocco dell' *Oglio*, cammina con una inclinazione maggiore di quella, che ha nelle parti inferiori. Il fondo del Po dalla Stellata a Lagoscuro pende in ragione d' once 7 per miglio, e dalla Stellata andando in su sino al Mincio, ha la pendenza ragguagliata d' once $8\frac{1}{2}$, come fa conto il Manfredi ne' suoi Dialoghi. Il Panaro sopra lo stesso luogo della Stellata corre colla pendenza d' once 18. $10\frac{3}{4}$. Il Lavino solitario pende in ragione d' once $76\frac{1}{2}$; e la Sammoggia nelle ultime due miglia sopra lo sbocco del Lavino pende in ragione d' once 53. 5 per ciascun miglio; e dopo l' unione del Lavino la pendenza ragguagliata della Sammoggia si fa d' once $37\frac{1}{3}$ sino al suo sbocco in Reno. Il Reno poi due miglia sopra la confluenza della Sammoggia pende in ragione d' once 26. 2 istessamente per miglio, e in tutto il tratto superiore di cinque, o di sei miglia ha la pendenza ragguagliata d' once 25. Dopo l' unione della Sammoggia si fa la pendenza del Reno di circa once 18, come si è già osservato. Considerando minutamente tutte queste osservazioni, l' esempio del Po, e del Panaro ne' fiumi grandi, e ne' fiumi minori l' esempio del Reno, della Sammoggia, e del Lavino ci somministrerà un altro principio: che, se l' influente, e il recipiente porteranno al punto della confluenza materie prossimamente simili, e omogenee; la pendenza nell' alveo comune sarà minore non solamente di quella dell' influente, ma di quella ancora, che il recipiente aveva prima nel proprio alveo. Le altre livellazioni, che si son fatte nel Tevere sopra, e sotto lo sbocco del Teverone, e nella Quaderna sopra, e sotto lo sbocco della Gaiana, confermano la verità di questa proposizione.

E certamente supponendo che le arene, e le torbide dell' influente, e del recipiente siano prossimamente della stessa quantità, e qualità; si avrà un fiume quasi egualmente torbido e prima, e dopo la confluenza, e ad una stessa quantità d' acqua corrisponderà la stessa quantità di terra, e di arena. Ora qualunque siasi la forza necessaria per sostenere incorporate le torbide, smaltire le deposizioni, e mantenere espurgato il fondo, dev' essa dipendere dal corpo d' acqua, e dal declive: e però se un dato corpo d' acqua del solo recipiente si stabilisce sopra una data inclinazione di fondo; dopo l' unione d' un influente, con un maggior corpo d' acqua dovrà lo stesso recipiente stabilirsi sopra un declive minor di prima. E ciò deve egualmente aver luogo nel tempo delle massime piene, e nella

maggior bassezza d'acque, e in tutti gli stati intermedj del fiume. Eustachio Manfredi spiegando il corollario quarto della proposizione sesta del capo quinto del Guglielmini, che quanto maggior di corpo sarà l'acqua ordinaria del fiume, sarà ancora tanto meno declive l'alveo, notò che non è limitato il tempo, in cui la forza dell'acqua, capace di spingere le materie sciolte, e staccate, che stanno sul letto, al solo stato delle massime escrescenze del fiume, ma potersi tal effetto aspettare in qualche grado anche nello stato ordinario dell'acqua. Nè qui giova l'opporre, che calando le piene non si diminuisce con egual proporzione la quantità delle materie trasportate dall'acqua, e che allora restando quasi egualmente torbido il fiume, potrà lasciare delle deposizioni, se alla minore altezza non supplirà una caduta abbondante, e copiosa. Questa difficoltà che riguarda lo stabilimento dei fiumi ancor solitarj, non è più applicabile al caso de' fiumi, che si suppongono stabiliti, e che poi si uniscono insieme. Mentre sarà sempre vero, che se il solo recipiente, con una data pendenza mantiene espurgato il fondo e in tempo che le acque sono basse, e quando le piene sono o massime, o medie; dopo l' unione d' un influente avrà bisogno di minore pendenza per sostenere in ogni tempo le torbide, e smaltire le nuove deposizioni.

Ciò pure vale ugualmente nel caso, che non siano contemporanee le piene, e che, come succede ordinariamente, l' influente nel proprio alveo abbia maggior pendenza del recipiente. In tutti i fiumi regolati, giugnendo qualche influente in piena, regurgitano le acque all'insù, e vi lasciano de' sedimenti. Ancora sotto allo sbocco possono farsi delle deposizioni, se l' aiuto, che riceve l' influente dalle acque basse del recipiente, non basta per compensare la differenza della caduta, che trova l' influente, passando dall' alveo proprio nell' alveo comune. Ma il regurgito non può trattenere le acque da quel punto in su de' due fondi, dove arriva l' orizzontale tirata sul pelo basso del recipiente alzato dall' influente, che arriva colla sua piena, come ha dimostrato il p. Grandi nella proposizione 36. del libro 2. E però essendo in piena l' influente, e non il recipiente, nè potendosi impedire il rigurgito, s' interrirà l' alveo anche nelle parti superiori, ma poi dovrà ritornare al primiero suo essere, sopravvenendo la piena del recipiente. Così la Sammoggia allo sbocco del Lavino trova molte volte le deposizioni, che questo vi ha lasciato nelle precedenti sue piene: nè meno frequente è il caso, che il Reno trovi nel proprio alveo le deposizioni lasciate dalla Sammoggia. Con tutto ciò sopravvenendo le piene della Sammoggia, si restituisce il suo fondo sopra un declive non solamente minor di quello del Lavino, ma ancora minore del declive, che la Sammoggia solitaria nel proprio alveo. E così pure le piene del Reno mantengono

sempre un declive notabilmente minore di quello della Sammoggia, tanto sopra, quanto sotto il suo sbocco. Da questi esempj si può ricavare fondatamente cosa succederebbe quando entrassero inferiormente nel Reno degli altri influenti, che non portassero materie grosse agli sbocchi, e non si combinassero ancora nel tempo delle massime piene: vale a dire la pendenza del Reno si dovrebbe scemare gradatamente allo sbocco del primo influente, e del secondo, e di tutti gli altri inferiori.

Il Corradi, servendosi di alcune formole del Parent, volle fissare la legge della diminuzione delle pendenze. Questo Geometra con alcuni suoi raziocinj pretese di stabilire, che la forza del fregamento d' un corpo scabro sia circa la terza parte della forza perpendicolare, che preme una superficie contro l' altra: il che è ancora conforme ad alcune sperienze dell' Amontons. Ma nei piani inclinati all' orizzonte la gravità rispettiva che li sollecita alla discesa, è proporzionale ai seni delle inclinazioni, e l' altra porzione della gravità, che agisce perpendicolarmente ai piani, è proporzionale ai coseni: e di più nei piani di pochissima inclinazione si può trascurare la prima di queste due forze rispetto alla seconda. Dunque tutta la forza del fregamento, e tutta la forza necessaria a far muovere un corpo scabro sopra un piano inclinato, sarà proporzionale al coseno dell' inclinazione. Da questo principio ricavò il Corradi due regole della degradazione delle pendenze de' fiumi: la prima, che i seni de' complementi de' letti de' fiumi stabiliti, che portino materie della medesima condizione, sieno come le velocità, quando questi letti sono declivi verso lo sbocco: la seconda, che di due fiumi stabiliti, l' uno declive, l' altro acclive verso lo sbocco, la velocità del primo sia alla velocità del secondo come il seno del complemento del primo alla somma del seno retto, e del seno del complemento del secondo. Ma chi volesse applicare la prima regola ai casi de' fiumi del Bolognese, e supponesse, come il Corradi, che le velocità fossero come le radici delle altezze d' acqua, ritroverebbe una così grande diminuzione della pendenza del Reno per un accrescimento ancor piccolo della velocità, e dell' altezza, che anzi alla confluenza della Savena, e dell' Idice dovrebbe il seno del complemento farsi maggior del raggio, e la base, o il piede della pendenza diventar maggiore dello stesso letto pendente. Con ciò la pendenza verrebbe a stabilirsi a rovescio, di declive facendosi acclive, e le acque potrebbero correre all' in su: e questo è il principale assurdo, a cui Eustachio Manfredi ridusse generalmente le regole del Corradi.

Il Guglielmini nel capo quinto considerò separatamente due casi dello stabilimento del fondo de' fiumi: il primo fatto per via di escavazione dall' acqua: il secondo per alluvione, replezione, o sia

deposizione di materia. Non è abbastanza chiaro il discorso, con cui il maestro de' fiumi nella proposizione prima di quel capitolo accennò le regole generali della pendenza necessaria in un fiume o per escavare il fondo, o per sostenere le torbide, e non lasciare deposizioni. Pare bensì, che tutto si possa ridurre a questi principj per se assai semplici, e chiari. Se un fiume solitario corre stabilito di fondo sopra di una data pendenza, e dopo il concorso di qualche influente sia composto di parti egualmente amovibili il fondo dell' alveo comune, si potrà esso mantenere egualmente escavato, ancora con una pendenza minor di prima, quando la forza che fa l' acqua a sconvolgere le parti del fondo, unita alla forza delle stesse parti per iscorrere sopra i piani inclinati, formi e prima, e dopo un' egual somma. E poichè la gravità rispettiva, che sollecita le parti del fondo a discendere, è proporzionale a' seni delle inclinazioni de' piani, ed è poco diversa in due piani di poco diversa inclinazione; però trattandosi di alvei di pochissima inclinazione all' orizzonte, si potrà trascurare la forza della gravità rispettiva, e si otterrà un' escavazione di fondo prossimamente eguale e prima, e dopo il concorso di un influente, quando la forza, e la velocità dell' acqua rimanga e prima, e dopo la medesima. [illegible]ssamente ricercandosi un certo grado di agitazione proporzionato al peso, mole, figura, e superficie delle particelle di terra, e rena, per mantenerle unite, e incorporate sempre coll' acqua; è manifesto, che trattandosi di acque egualmente, o quasi egualmente torbide, e ad una data quantità d' acqua corrispondendo sempre la stessa quantità di terra, e di rena, allora si sosterranno le torbide, e s' impediranno le deposizioni, quando nell' *alveo* del recipiente avrà l' acqua la stessa forza, e velocità e prima, e dopo il concorso dell' influente.

Alcune regole più precise ci ha inoltre lasciato il Guglielmini ne' corollarj della seconda proposizione del libro quinto: che quanta maggior copia d' acqua porterà un fiume, tanto minore sarà la di lui caduta: e che quanto maggiore sarà la forza dell' acqua, tanto le declività degli alvei saranno minori. E poichè sul fine della proposizione prima per forza d' acqua ha egli inteso la stessa velocità, la seconda sua regola si dovrà risolvere in quest' altra, che tanto meno declivi saranno i fondi, quanto la velocità dell' acqua sarà maggiore. Ma la velocità de' fiumi, che si uniscono insieme cresce prossimamente in ragione della quantità d' acqua accresciuta, come si è detto nel capo antecedente: dunque le due sopra accennate regole si risolveranno poi finalmente in una sola, che la declività del fondo de' fiumi si diminuirà nella stessa proporzione, con cui crescerà il corpo d' acqua. E ciò si potrà ancora più accertatamente cavare dalle altre cose poc' anzi dette. Poichè essendo la gravità rispettiva

proporzionale ai seni delle inclinazioni de' piani, se il seno dell' inclinazione del fondo del recipiente dopo il concorso dell' influente si diminuisse in ragione della quantità d' acqua accresciuta, ancora le forze acceleratrici, e le successive accelerazioni originate dalla pendenza del fondo si diminuirebbero nella stessa ragione. Ma la velocità intera delle acque correnti col concorso di un influente cresce in ragione della quantità loro, almeno prossimamente, e sensibilmente: dunque se i seni delle pendenze del recipiente, prima, e dopo il concorso dell' influente, fossero reciprocamente proporzionali alle quantità d' acqua; la velocità totale, e assoluta dopo la confluenza sarebbe anzi maggior di prima, e sarebbe maggiore anche la forza; e però tanto meglio si sosterrebbero le torbide, e il fondo delle acque unite si dovrebbe anzi escavare. Dunque scemando il seno della pendenza, con cui è stabilito il fondo del recipiente solitario, in ragione della quantità d' acqua accresciuta, si avrebbe un limite, o una pendenza maggiore di quella, che si richiederebbe dal corpo delle acque unite.

Ma qui ancora per uscir fuora da tutti i dubbj, e dalle ordinarie difficoltà dell' Idraulica, noi cercheremo di ricavare la verità di questo sistema dalle osservazioni, che abbiamo intorno alla pendenza dei fiumi. Essendo le quantità d' acqua nella Sammoggia unita al Lavino, e nella Sammoggia solitaria prossimamente come 4 a 3, secondo i risultati del Capo antecedente; e la pendenza della Sammoggia sopra lo sbocco del Lavino, in tutto il tratto, in cui non si estendono i sassi, e le ghiaje più grosse, essendo d' once 53. 5 ragguagliatamente per miglio; se i seni delle pendenze si diminuissero in ragion semplice della quantità d' acqua accresciuta, sarebbe la pendenza della Sammoggia sotto lo sbocco del Lavino d' once 40, quando colle ultime livellazioni s' è ritrovata appunto d' once $37\frac{1}{3}$. Così quantunque la Sammoggia sia tanto irregolare di fondo, nientedimeno nelle pendenze ragguagliate si accomoda prossimamente alla già detta regola. La piccola differenza, che passa tra il calcolo, e le osservazioni, si può facilmente attribuire alla diminuzione della pendenza, che la Sammoggia ancor solitaria ricercherebbe oltre l' ultimo limite delle ghiaie, ch' è verso la confluenza del Lavino. Il Reno ha il fondo più regolare, e porta materie più uniformi e sopra, e sotto lo sbocco della Sammoggia: ed è la portata del Reno solitario alla portata del Reno accresciuto della Sammoggia in circa come 7 a 5. Se i seni delle pendenze si diminuissero in questa ragione, e la pendenza del Reno sopra lo sbocco della Sammoggia fosse d' once 25, sarebbe la pendenza sotto allo sbocco d' once $17\frac{6}{7}$; e se quella si prendesse d' once 26. 2, riuscirebbe questa di $18\frac{5}{7}$. Ma la pendenza del Reno poco sotto la confluenza della Sammoggia è d' once $17\frac{3}{4}$,

e in tutto il tratto inferiore sino alle rotte è ragguagliatamente d' once $18\frac{1}{2}$: abbiamo dunque tutta la corrispondenza, che in questo genere di cose si può sperare, colle osservazioni, e il puro fatto: e questo fatto ci può dar lume bastante per congetturare cosa s' abbia a sperare nel caso, che al Reno inalveato s' unisca ancora la Savena, e l' Idice, e gli altri torrenti inferiori, e cosa debba operare la natura in altri casi, e circostanze consimili. Vale a dire il fondo del recipiente sarà ugualmente stabilito e prima, e dopo il concorso d' un influente, se i seni delle pendenze saranno reciprocamente proporzionali alle quantità d' acqua.

CAPITOLO VI.

Delle pendenze degli ultimi tronchi de' fiumi.

Un fenomeno, e un giuoco curioso ci presenta la natura ne' tronchi inferiori de' fiumi, che vanno a sboccare in mare, spianandosi sulla sua superficie: e che in una distanza notabile dalla foce si stabiliscano sopra un fondo di pochissima declività, e che poi più vicino alla foce di declivi si facciano acclivi, e vi formino una profonda concavità. Il celebre sig. della Condamine nella relazione del coraggioso suo viaggio ci ha rapportato, che nel gran fiume delle Amazzoni il flusso, e riflusso del mare si rende sensibile alla distanza di dugento, e più leghe sopra la foce: che vuol dire che in tutto quel tratto il fondo del fiume resta inferiore all' orizzontale tirata per il pelo basso del mare. Così nel Tamigi ho trovato sensibile il flusso marino sin dieci miglia di là da Londra, e così pure nella Mosa, e negli altri fiumi si stende il flusso, e riflusso molto all' in su. Il Po grande incomincia a Lagoscuro a manifestarsi inferiore di fondo alla profondità della propria foce. Il livello del pelo basso del Mediterraneo incontro il fondo del Tevere alla distanza di quattordici miglia dalla foce, e nell' ultimo tratto rimane il fondo medesimo inferiore di piedi sette alla foce. Il Lamone, quantunque porti un piccolo corpo d' acqua, e si sia notabilmente interrato nelle parti superiori, ciò non ostante nell' ultimo miglio si mantiene escavato notabilmente sotto la profondità dello sbocco. Il fondo del fiume Savio nel tratto delle ultime due miglia cade sotto l' orizzontale tirata per il pelo basso del mare, e si fa acclive verso la foce, che non è più profonda di tre piedi. Lo stesso fenomeno si osserva con proporzione allo sbocco dell' Adige, e dell' Arno, e del Ronco unito al Montone. Il fondo del Primaro, in distanza di circa sedici miglia dalla foce, al luogo di Longastrino, resta in circa otto once sotto il pelo bassissimo dell' Adriatico, e resta circa piedi quattro sopra la

profondità della foce. Nel tratto di tre miglia e mezzo da Longastrino sin oltre lo sbocco del Santerno, la pendenza del fondo del Primaro è in ragione di sett' once per miglio, ed è in ragione d' once quattro nelle seguenti tre miglia e mezzo, sino in vicinanza allo sbocco del Senio. Sotto allo sbocco il fondo del Primaro resta al di sotto dell' orizzontale tirata per il punto più basso della foce, e forma una concavità, che ragguagliatamente può valutarsi di due, o di tre piedi.

Il Guglielmini nella proposizione quarta del capo nono, fu il primo ad osservare, che dove il flusso, e riflusso è molto grande, l' acqua del mare, che nel tempo del flusso entra negli alvei de' fiumi, ritornando indietro nel tempo del riflusso, serve a tenere espurgato l' alveo dalle deposizioni. Lo stesso replicò egli in altre Scritture, e disse, che quando i fiumi possano da se medesimi tenersi aperto lo sbocco nella spiaggia, i segurgiti del mare impediranno gl' interramenti del tronco superiore allo sbocco. Il sig. Gabriello Manfredi, degno fratello di Eustachio, sommo algebrista, ed uomo espertissimo nella teoria, e nella pratica de' fiumi, osservò, che questo è appunto il caso del Primaro; il quale dopo ancora l' introduzione di tutte le torbide dell' Idice, ha conservato la foce in circa piedi 4½ sotto il pelo bassissimo del mare, come l' aveva sul fine del secolo passato. In seguito paragonando tra loro le osservazioni fatte dal fine del secolo passato sino alla metà del presente, ritrovò il sig. Gabriello, che il fondo del Primaro non aveva sofferto alterazioni notabili dallo sbocco del Santerno fino al mare; e dalle cose passate, argomentando ciò, che si può sperare in avvenire, fissò che il flusso, e riflusso del mare, e la caduta di piedi tre, che allo sbocco medesimo ha il fondo del Primaro sopra la profondità della foce, basta per impedire che non succedano in tutto il tratto inferiore degli interramenti stabili, e permanenti. Finalmente spiegò le idee del Guglielmini, e le ridusse ai seguenti chiarissimi principj: che la continua sommersione di tutto il fondo sotto il pelo infimo del mare, che nasce dall' invariabilità della foce, dee mantenere sempre molli, e inzuppate d' acqua le deposizioni: che la corrente del flusso dee tenerle sollevate dal fondo, ed essendo contr' acqua, far alzare il pelo del fiume due, o tre piedi più di quello che basterebbe al corpo del riflusso: e che però la corrente del riflusso, tanto maggiore di quella del flusso, dee servir sempre ad accrescere l' agitazione delle particelle dell' acqua, a tenervi incorporate le torbide, che solo arrivano sino alla foce, e ad impedire, che precipitando esse sul fondo, non lo rialzino. E certamente comunque non siano molto violente le due correnti, e non sia molto grande la differenza de' loro moti, non possono che contribuire in qualche maniera a tener sollevate le torbide, come vi

contribuisce sempre qualunque accrescimento di moto nell' acqua, che le ha imbevute.

Nella prima edizione del presente Trattato ho aggiunto a questo proposito un' altra riflessione importante. Le teorie de' fiumi, che sboccano dalle chiuse, si possono in qualche maniera applicare alle foci de' fiumi, ch' essendo col colmo delle loro piene di molti piedi più alti della superficie del mare, vanno a spianarvisi sopra liberamente. La libertà del corso, e dell' esito dee rendere le acque più celeri, e la maggiore accelerazione dee necessariamente cagionare l' abbassamento, e l' escavazione del fondo in tutto il tratto superiore alla foce, come innanzi allo sbocco dalle chiuse. Non si può dubitare nè della causa, nè dell' effetto di questa maggiore celerità; mentre la superficie dei fiumi, che nelle parti più lontane cammina parallela, o quasi parallela al fondo, in vicinanza allo sbocco s' inchina, e si strigne maggiormente sopra lo stesso fondo: e questo curioso fenomeno fu già osservato, e notato dal p. Castelli nel Coroll. XIV. sopra le acque correnti. Nel Primaro è sensibile l' inclinazione maggiore della superficie sino alla distanza di circa tre miglia e mezzo dalla foce. Però applicando agli ultimi tronchi de' fiumi le teorie generali delle pescaie come si sono spiegate nel Capitolo terzo del libro primo, e incominciando a tirar le cadenti dove comincia ad essere insensibile l' acquisto della velocità, che nasce dalla libera caduta; ho fissato che la linea del fondo del Primaro, ancor nel caso di doververi riunire, e inalveare tutte le acque del Bolognese, si dovesse tirare alla distanza di cira tre miglia e mezzo dalla foce. Non ho creduto d' incominciare le cadenti più in su, perchè nelle susseguenti tre miglia, rimontando l' alveo del Primaro sino verso S. Alberto; il pelo alto delle acque si mantiene sensibilmente parallelo al fondo del fiume. E perchè l' ultima concavità, per cui resta il fondo inferiore all' orizzontale tirata per la profondità della foce, si stende sino alle vicinanze del Senio, ed occupa il tratto di circa otto miglia; ho creduto che in parte si dovesse essa attribuire all' accelerazione delle acque, e parte ancora all' azione del flusso, e riflusso, che in tutto quel tratto riesce molto sensibile.

Il sig. Eustachio Zanotti, celebre professore di astronomia nell' Università di Bologna, in un suo bellissimo ragionamento sopra la disposizione dell' alveo de' fiumi verso lo sbocco in mare, ha opinato, che il Primaro nello stato presente essendo disarginato in gran parte, e non ricevendo tutto l' impulso, che corrisponderebbe al corpo delle acque unite, non può servir di regola per ciò, che succederebbe nel caso che tutte le acque vi fossero inalveate. Poi consultando gli esempj di fiumi più regolati, e attentamente considerando i profili esattissimi, che abbiamo del Po, e del Tevere, ne ha ricavato,

che in essi l' accelerazione delle acque originata dalla libertà dello sfogo, si stende molto all' in su, e sin dove arriva l' orizzontale tirata dal pelo basso del mare. Finalmente paragonando più minutamente tra loro le osservazioni, ha trovato, che la pendenza ragguagliata della superficie nella massima escrescenza dal punto dove arriva il pelo basso del mare sino alla foce, è uguale alla pendenza ragguagliata del fondo, o del pelo basso del fiume, cominciando dal medesimo punto, e procedendo verso la parte contraria. Se questa regola dovesse ancor verificarsi in Primaro nel caso della generale inalveazione delle acque, e se la pendenza della superficie dovesse subentrare a quella del fondo da quel punto in giù dove arriva il pelo basso del mare, posta la pendenza superiore del fondo d' un piede per miglio, e l' altezza delle piene di piedi sedici, riuscirebbe circa di sedici miglia la lunghezza dell' alveo, che nello stesso caso resterebbe inferiore all' orizzontale tirata dal pelo basso del mare: e il tratto rigurgitato riuscirebbe ancora di miglia diciannove, supponendo che alle acque unite del Reno, e degli altri torrenti susseguenti potessero superiormente bastare dieci once di caduta per miglio.

Volendoci assicurare indipendentemente da qualsivoglia teoria di quanto possa succedere in avvenire, bisogna considerare attentamente ciò, che è già succeduto in passato. Verso il fine dell' anno 1740 si sono introdotte le acque dell' Idice nel Cavo Benedettino, e nel Primaro, arginate per ogni parte, e pochissimo aiutate dalle altre acque del Reno, e della Savena, che si spargevano superiormente per le rotte, e nelle valli. S' è rovinata in poco tempo la chiusa, posta allo sbocco dell' Idice nel Cavo, e s' è abbassato il fondo di quel torrente per dieci intere miglia sino all' altra chiusa della Riccardina. L' abbassamento è stato di otto, o nove piedi allo sbocco, e di due alla Riccardina, per quanto mi hanno attestato i contadini: e l' abbassamento ha portato in conseguenza ancora l' allargamento del letto, che in alcuni luoghi è stato d' un terzo, o d' un quarto, e per cui non resta più continuata la carreggiata sulle golene. Tanta quantità di materia trasportata dal fondo, e dalle ripe, e aggiunta alle ordinarie torbide dell' Idice, doveva comporre un corpo d' acqua notabilmente più torbido, e ricercare una pendenza di fondo maggiore di quella, sopra la quale si potrebbero stabilire tutte le acque del Bolognese, unite insieme colle sole ordinarie loro torbide. Abbiamo dunque avuto un caso manifestamente più sfavorevole del futuro. Vediamo cos' è seguito. Dopo l' introduzione dell' Idice, e dopo tutti gli accidenti sopra accennati, s' è interrato il Cavo Benedettino, e tutto il fondo del Primaro s' è notabilmente rialzato sino a Longastrino. Dalla chiesa di Longastrino sino in vicinanza allo sbocco del Senio, il fondo presente di Primaro non differisce sensibilmente da

quello, che s'era trovato nel 1739, avanti la costruzione del Cavo Benedettino. Nelle prime due miglia sotto la stessa chiesa non s'è rilevata alcuna mutazione nè dal 1739 al 1757, nè dal 1757 al 1761. Nell'altro miglio seguente sino allo sbocco del Santerno, e ancora un mezzo miglio più sotto, s'è rialzato il fondo del Primaro dal 1739 al 1757, e s'è abbassato quasi altrettanto dal 1757 al 1761, come consta dai profili. Nelle seguenti tre miglia, o tre miglia e mezzo, sino in vicinanza allo sbocco del Senio, il fondo s'è abbassato dal 1739 al 1757, e s'è pure rialzato quasi altrettanto dal 1757 al 1761. Così dopo ventidue anni s'è ritrovato a un dipresso il medesimo fondo di prima per sette intere miglia sopra lo sbocco del Senio in Primaro. Nelle ultime nove miglia dal Senio al mare s'è rialzato il fondo sotto allo sbocco, e s'è abbassato alquanto inferiormente, e poi rialzato in un altro luogo ancor più inferiore dal 1739 al 1757: per modo che prendendo insieme gl'interramenti, e l'escavazione, non si può dire che tutto il fondo si sia in quel tempo alterato sensibilmente. Dal 1757 al 1761 alcune mezze piene vi avevano lasciato qualche uniforme rialzamento. Ma poi essendo sopravvenuta una massima piena nel mese di Novembre del 1762, ed essendosi misurate di nuovo le sezioni del Primaro ne' medesimi luoghi di prima, tutto il fondo al di là dello sbocco del Senio s'è ritrovato considerabilmente abbassato.

La serie di questi fatti somministra un lume bastante per fondatamente pronosticare cosa potrà succedere, quando tutti i torrenti del Bolognese, e della bassa Romagna si riuniscano insieme in Primaro, e si prendano le precauzioni opportune, perchè non trasportino essi precipitosamente da' fondi, e dalle ripe de' loro alvei, nell'alveo comune una quantità di materia maggiore di quella, che d'ordinario conducono nelle piene. Primieramente se dal 1693, in cui furono fatte le prime osservazioni, coll'occasione della visita de' due Cardinali d'Adda e Barberini, sino al tempo presente non s'è mai diminuita la profondità della foce; neppure si potrà temere ragionevolmente, che tutte le acque inalveate in Primaro non abbiano in avvenire a tenersi aperto uno sbocco ugualmente libero in mare. In secondo luogo se dall'eccelerazione delle acque alla foce, e dal flusso, e riflusso del mare, anche dopo l'introduzione dell'Idice in Primaro, s'è conservata la concavità, che si stende dalla foce medesima al Senio, e per cui tutto il fondo verso il mare diventa acclive; tanto meno vi potranno succedere de' rilevanti, e stabili interramenti, quando si unisca in Primaro un corpo d'acqua assai maggiore, e rispettivamente men torbido di quello, che già vi è corso. Finalmente se la declività, che ha il fondo, d'once quattro per miglio dal Senio sino al Santerno, e d'once sette dallo sbocco del

Santerno sino al luogo di Longastrino, colla profondità, che vi ha il fondo, d' once otto almeno sotto il pelo bassissimo del mare, e coll' azione, che perciò vi si rende sensibile del flusso, e del riflusso, vi hanno mantenuta sinora tutta quella inalterabilità fisica, che si può avere ne' fiumi; tanto meglio si potranno in appresso smaltire le torbide, quando alla forza medesima dei regurgiti, e alla medesima profondità, e declività del fondo si aggiugnerà un corpo d' acqua maggiore, e quando forse l' accelerazione, che nasce dallo sfogo libero in mare, si stenderà molto sopra de' presenti suoi limiti. Sul fondamento di questi dati si potrà credere, che riunendo, e regolando tutte le acque in Primaro, non vi sarà bisogno di alcuna pendenza di fondo dal Senio sino al mare, e che ritornando indietro dal Senio sino al Santerno basterà la pendenza di quattro once per miglio, e d' once otto dal Santerno a Longastrino. Da Longastrino in su, dove non è più sensibile nè il regurgito del mare, nè l' accelerazione delle acque, si dovranno incominciare a tirar le cadenti, come convengono alla portata di tutto il fiume, e all' assottigliamento delle materie.

CAPITOLO VII.

Della distribuzione delle pendenze.

Prendendo le portate del Reno, e degli altri torrenti inferiori, come si è detto sul fine del Capitolo secondo di questo libro, e supponendo, che la pendenza del Reno solitario d' once 14$\frac{3}{4}$ per miglio, coll' unione de' torrenti medesimi, debba scemare prossimamente in ragione della quantità d' acqua accresciuta; sarebbe la pendenza del Reno d' once 12 $\frac{5}{6}$ dopo l' unione del Canal naviglio, e della Savena, d' once 11 $\frac{1}{6}$ dopo la confluenza dell' Idice, e d' once 9 $\frac{3}{4}$ dopo l' aggiunta della Centonara, della Quaderna, e del Sillaro, come risulta dalla tavola, che diamo annessa. Questa diminuzione delle pendenze, ch' è principalmente fondata sull' esempio di quanto si osserva alla confluenza della Sammoggia, e del Reno, non potrebbe avere altra eccezione, se non che combinandosi molte volte le piene della Sammoggia, e del Reno, la combinazione poi delle piene del Reno, e degli altri torrenti sarebbe un caso assai raro, e su cui non dovrebbe accertatamente fondarsi la regola del declive. Ma in primo luogo l' anticipazione delle piene di Savena, e degli altri torrenti inferiori sarebbe di minor tempo, quando le acque del Reno non si spandessero nelle valli, e corressero tutte unite dalle rotte nel Cavo Benedettino. In secondo luogo è da notarsi, che avendo tutti i torrenti del Bolognese la loro origine in luoghi non molto lontani tra

di loro, essendo di non molto diverso corso, e riconoscendo le loro piene principalmente dalle cause generali, come sono le piogge, e lo scioglimento delle nevi; non può il Reno in piena ritrovare gli altri torrenti più scarsi d' acque. Premesse le quali cose, e supposto che il Reno in piena sia di 140 parti, di 22 la Savena col Naviglio, l'Idice di 24, e di 25 gli altri torrenti inferiori, crederemo di fare un'ipotesi svantaggiosa, supponendo che non combinandosi insieme tutte le piene, la Savena non aggiunga al Reno che dieci parti, 12 l'Idice, e gli altri torrenti 15. Sarebbero in quest' ipotesi le cadenti d' once $13\frac{4}{5}$ alla Savena, di $12\frac{3}{4}$ all' Idice, e di $11\frac{2}{3}$ alla confluenza degli altri torrenti. Finalmente se non dovessero riguardarsi le piene massime, ma solo le mezze piene, o qualunque altro stato del Reno, e per esempio si dessero al Reno 70 parti, 5 alla Savena, 6 all' Idice, e 7, o 8 agli altri torrenti; la proporzione delle quantità d' acqua, e de' seni delle pendenze rimarrebbe sempre la stessa, ch'è quanto si è detto sopra: che se il recipiente solitario si stabilisce sopra una data pendenza e quando le acque sono basse, e quando sono le piene massime, o medie; dopo l' unione di nuove acque avrà bisogno di minore pendenza per tenere incorporate le torbide in ogni tempo, e smaltire le deposizioni del fondo.

Ma per tener conto non solamente del corpo d' acqua accresciuto, ma ancora dell' assottigliamento delle materie, bisogna osservare che il Reno alla Rotta Panfilia porta arene più grosse di quelle, che la Savena, e l' Idice possono naturalmente condurre a' loro sbocchi nel Cavo Benedettino. Quando però andasse il Reno inalveato, e arginato ad unirsi alla Savena nel Cavo, dopo undici miglia di strada, secondo ciò che si è detto, dovrebbero più assottigliarsi le di lui sabbie, e diventare almeno prossimamente simili a quelle della Savena, e dell' Idice. Dopo di essersi rovinata la chiusa, ha veramente portato l' Idice sin dentro il Cavo delle materie più grosse, e ancora qualche piccola breccia. Ma quelle erano materie staccate dal fondo, e precipitate sin dalle parti superiori, coll' occasione d' essersi abbassato, e allargato il letto di quel torrente. Nel letto vecchio dell' Idice, vicino al Cavo Benedettino, e nell' ultimo tronco di Savena, pure abbandonato presentemente, non si ritrovano brecce, nè arene grosse: e, quando il fondo non si dovesse maggiormente abbassare, l' Idice, la Savena, il Reno porterebbero insieme nel Cavo prossimamente la stessa quantità, e qualità di materia. Ciò posto, non vi può essere primieramente alcun dubbio, che se avendo la Sammoggia un declive di tre piedi per miglio, nientedimeno unendosi al Reno, abbassa il di lui fondo dalle 25, o 26 once alle 18.; l' aggiunta della Savena, e dell' Idice, torrenti nè minori, nè meno torbidi della Sammoggia, non debba ridurre l' alveo comune a una pendenza

non solamente minore dei tre piedi per miglio, che gl' influenti ricercano nel proprio letto, ma ancora minore delle once 14 $\frac{3}{4}$, che convengono al solo Reno sopra la rotta. È certo in secondo luogo, che se le acque del Reno andassero tutte unite dalla rotta nel Cavo, dopo undici miglia di strada, e prima di arrivare alla Savena, per l' assottigliamento maggiore delle materie, ricercherebbero una pendenza sensibilmente minore delle once 14 $\frac{3}{4}$. Che se il Reno, quando correva a Vigarano, sei o sette miglia più sotto della rotta presente, correva colla caduta d' once 12 $\frac{3}{4}$ per miglio; ancora presentemente, prima di arrivare alla Savena, per la diminuzione delle materie non potrebbe ricercarne di più. Verrebbe a continuarsi questo vantaggio in tutto il tratto inferiore; e però potrebbero anche bastare le 12 once dopo la confluenza della Savena, 11 dopo l' Idice, e 9, o 10 alla Bastia, dove e nell' alveo comune, e in quello de' torrenti inferiori sarebbero le materie anche più assottigliate.

Adunque raccogliendo insieme quanto s' è detto, facciamo il caso, che il Reno si mandi inalveato, e arginato dal luogo della rotta presente nel Cavo Benedettino, e che ivi si unisca al Reno la Savena, e l' Idice, e che il Cavo sia continuato direttamente alla Bastia, dove tutto il corpo d' acqua accrescendosi de' tre altri torrenti inferiori, per l' alveo presente del Primaro vada a scaricarsi nel mare. L' esempio di quanto succede superiormente nella Sammoggia, e nel Reno, tutte le osservazioni, che si sono potute raccogliere degli altri fiumi, tutte le teorie più plausibili, che ci somministra l' idraulica, tutte ci dicono, e ci assicurano, che essendo il fondo di Reno stabilito sopra le rotte sulla pendenza di once 14 $\frac{3}{4}$ per miglio, dopo la confluenza della Savena basteranno le once 14, e le once 12 oltre lo sbocco dell' Idice, e le once 10 sotto l' unione degli altri torrenti alla Bastia, e così pure che sotto a Longastrino, dove arriva il regurgito del mare, basteranno le once 7 fino allo sbocco del Santerno, e le once 4 dal Santerno fino al Senio, dove tutto il fondo incomincia ad escavarsi sotto la profondità della foce, e in fine diventa acclive. Abbiamo già concludentemente provato, che le assegnate pendenze riusciranno maggiori di quelle, che potranno abbisognare per tenere escavato tutto il fondo dell' alveo, e impedire, che vi si facciano delle deposizioni. Ci resta ora a provare, che le stesse cadenti basteranno ancora per lasciare uno scarico libero agl' influenti, e per dare un sicuro, e perenne ricapito agli scoli delle campagne. E qui entreremo volontieri nel più minuto dettaglio, non solamente per l' importanza del caso, a cui sono applicate le nostre dottrine, ma ancora perchè forse il presente esempio potrà servire di norma per qualch' altro caso consimile.

Il fondo del Primaro, contro la chiesa parocchiale di Longastrino,

rimane sotto la comune orizzontale, a cui sono riferite le ultime livellazioni, piedi 1. 8. 3. Il detto luogo è distante dal Cavo Bolognese pertiche 3295. 7, che in ragione d'once 10 per miglio porterebbero piedi 5. 5. 11. Dunque il fondo del Primaro alla Bastia, verso lo sbocco del Cavo Bolognese, riuscirà sopra la comune orizzontale piedi 3. 9. 8, che è un' altezza quasi di mezzo tra quelle, che il fondo del Primaro vi aveva negli anni 1757, e 1761. Dunque il Zaniolo, e gli altri canali della Bastia avranno sul nuovo fondo uno sbocco più facile, e più sicuro di quello, che vi hanno avuto una volta: e inoltre il fondo del Corecchio, che in distanza di miglia 3½ dalla Bastia, secondo le citate livellazioni, cade sulla comune orizzontale piedi 14. 11. 8, avrà sul fondo del Primaro allo stesso luogo una caduta di circa 3 piedi per miglio.

Il Sillaro, dov' è tagliato da quella linea, a cui s' è dato il nome di superiore, cade sulla comune orizzontale piedi 22. 11. 9, e la Quaderna all' intersecazione dell' istessa linea cade similmente piedi 23. 9. 0. Ora il Sillaro, dove corre libero, e incassato, ricerca una pendenza di 2 piedi per miglio, e la Quaderna ne ricerca 2½ dopo l' unione della Gaiana. Dunque se il Sillaro si rivolgesse solitario alla Bastia dall' intersecazione della linea superiore per una strada di 5, o di 6 miglia, caderebbe circa piedi 11 sulla comune orizzontale, e circa piedi 7 sul fondo del Primaro: e la Quaderna anderebbe a spianarsi sopra lo stesso fondo, quando ancora, colla stessa invariabil pendenza, dovesse fare una strada di otto miglia dall' intersecazione della linea suddetta alla Bastia, radendo il lembo inferiore della valle di Marmorta, dove il terreno è abbastanza sicuro, e stabile per mantenerla inalveata, e arginata.

Molti altri ripieghi si potrebbero ancor proporre per questi due torrenti. E in primo luogo, perchè tre miglia lontano dalla Bastia il fondo della Quaderna caderebbe sulla comune orizzontale piedi 11¼, e il fondo del Sillaro circa piedi 17, si potrebbe gettare il Sillaro nella Quaderna, assicurando con una chiusa lo sbocco, e mandando i due torrenti uniti insieme in Primaro. Mentre così la Quaderna in tutto il tratto inferiore ricercherebbe minor pendenza, e vi avrebbe un corso più libero. La Garda, e la Menata, condotti d' acque intermedj ai due torrenti, nella distanza di 6 miglia dalla Bastia cadono circa piedi 15½ sulla comune orrizzontale, e ricercano una pendenza di circa 6 once per miglio: onde nell' accennata unione de' due torrenti, al punto della confluenza, avrebbero quegli scoli un ingresso di due, o tre piedi nell' alveo comune. Ma inoltre portando il Sillaro alla Bastia, si potrebbe riunire la Centonara alla Quaderna, e rivolgere insieme questi due torrenti nel lembo sinistro della valle di Marmorta a incontrare tutte le altre acque unite superiormente.

Seguitando il corso del Primaro, e andando direttamente dalla Bastia sino alla svolta del Cavo Benedettino al Morgone, vi sono 10 miglia, e pertiche 200, e quindi procedendo sino allo sbocco dell' Idice, vi sono altre tre miglia, e pertiche 300. Se rettificando il Primaro, e passando col nuovo alveo per i terreni più sicuri, e più stabili della valle di Marmorta, si abbreviasse di 3 miglia la strada, come dirassi nel Capo susseguente; resterebbero 11 miglia dalla Bastia sino all' Idice, che in ragione d' once 12 per miglio porterebbero piedi 11: e però aggiugnendo l' altezza di piedi 3. 9. 8. del fondo del Primaro alla Bastia sopra la comune orizzontale, si avrebbero piedi 14. 9. 8. Ma il fondo presente dell' Idice alla sua confluenza nel Cavo Benedettino cade sopra l' orizzontale piedi 21. 8. 8: dunque per impedire il maggiore abbassamento dell' Idice, bisognerebbe assicurare il di lui sbocco nel Cavo con una chiusa di circa piedi 7.

La Centonara ricerca nel proprio alveo una caduta di tre piedi in circa per miglio, e nell' intersecazione della linea superiore cade sull' orizzontale piedi 28. 7. 8. Dovendo adunque la Centonara stabilirsi sopra di un fondo sempre meno inclinato nelle parti inferiori, potrebbe rivolgersi ancor solitaria nella continuazione del Cavo Benedettino alla distanza di circa 7 miglia dalla Bastia, e di miglia $5\frac{1}{2}$ dalla detta intersecazione. Il condotto Corla cadendo piedi 35 sulla comune orizzontale, dov' è tagliato dalla linea superiore, avrebbe sempre un libero ingresso nella Centonara. L' Oriolo, Vena, o Fossato Vidoso, condotti d' acqua intermedj alla Centonara, e alla Quaderna, nell' intersecazione della linea, che si è chiamata di mezzo, non calono meno di piedi 11 sulla comune orizzontale: onde essendo semplici scoli, e non potendo richiedere una pendenza notabile di fondo, avrebbero essi pure ricapito nell' ideata continuazione del Cavo Benedettino.

Tra gli sbocchi della Zena, e dell' Idice vi sono pertiche 541, che in ragione di once 14 per miglio porterebbero once 15. 2. Dalla Zena al fiumicello delle Brughiere vi sono pertiche 374. 3, e dal Fiumicello alla Savena pertiche 577. 7, che porterebbero altre once 10. 7, e 16. 2. Dunque il fondo del Cavo Benedettino agli sbocchi della Zena, del Fiumicello, e della Savena caderebbe sulla comune orizzontale rispettivamente piedi 16. 0. 10, 16. 11. 5, 18. 8. 7. Lo sbocco, che nella prima costruzione del Cavo Benedettino s' era destinato alla Zena, e che poi è restato impedito dagli interramenti del Cavo, cade sulla comune orizzontale piedi 16. 5. 10. Onde le cadenti assegnate essendo ancora sovrabbondanti al bisogno, e lo sbocco degli scoli potendosi difendere da' rigurgiti delle piene con qualche regolatore, secondo l' idea proposta di continuare il Cavo,

avrebbero avuto quegli scoli un sufficiente ricapito, anche senza portarli sotto il fondo dell' Idice con una botte, la quale per altro potrebbe sempre aprirsi senza difficoltà. Lo sbocco del Fiumicello delle Brugiate cade sulla comune orizzontale piedi 20. 2. 5, e però resterebbe tanto più libero, e sicuro. Il fondo di Savena allo sbocco cade piedi 21. 12. 0. sopra l' orizzontale, e al passo del Tedo alla distanza da miglia 4 ½, cade sopra il fondo allo sbocco in circa piedi 17: onde colla pendenza di tre piedi per miglio correrebbe felicemente la Savena nell' ultimo tronco, ed avrebbe allo sbocco una caduta di circa piedi 8 ½.

Dalla Savena sino alla Lorgana vi sono pertiche 350 in circa, che porterebbero 9, o 10 altre once. Il fondo della Lorgana cade sulla comune orizzontale piedi 20. 4. 0. Dunque lo stesso fondo resterebbe superiore di più d' un piede al fondo del recipiente. Vi avrebbe pure un ingresso libero il Riolo, giacchè col fondo dell' ultimo tronco cade piedi 4. 1. 2 sopra il fondo presente della Salarola, alla distanza di 5 miglia. Ancora il Canal Naviglio, e la navigazione avrebbe un termine sicuro alla Salarola, e al passo Segni. Finalmente il fondo del Reno alla Rotta Panfilia cade piedi 37. 7. 7 sulla comune orizzontale. Non valutando la pendenza del Reno nel primo miglio sopra la rotta, dove il fondo è abbassato, le altre miglia pendono ora in ragione d' once 14 ¾, come si è detto, e come portano ancora le antiche livellazioni fatte colla più grande esattezza ad acqua stagnante. Però quand' anco dovesse il Reno ritenere la pendenza medesima sino alla Savena, correndovi per la strada di miglia 10 ½, l' altezza eccederebbe sempre il bisogno, e il fondo di Reno sopra la Rotta, se non fosse sostenuto con qualche chiusa, dovrebbe abbassare d' alcuni piedi. Però le cadenti assegnate non solo sarebbero sufficienti per mantenere espurgato l' alveo dalle deposizioni, ma basterebbe ancora per dare un ingresso libero ai torrenti inferiori, ed agli scoli intermedj delle campagne.

		Larghezza ragguagliata.		Altezza massima.		Velocità superficiale supposta di	Quantità d' acqua in un secondo.	Quantità delle acque unite.	Pendenze del fondo.
		Piedi.	*Once.*	*Piedi.*	*Once.*	*Once.*			*Once.*
Lavino solitario.	Sez. Q	44	528	7. 8	92	180000 *l' ora*	8219112		
	Sez. P	44	528	9. 10	118	180000	11844043		
							medio arit. 10031577		
Samoggia solitaria.	Sez. O	53 ½	642	12 ¾	153	180000	21085741		
	Sez. N	58	696	18	216	180000	38012504		
							medio arit. 2955412[illegible]	39585699	
Samoggia unita al Lavino.	Sez. K	70 ½	846	15 ⅔	188	180000	37641360		
	Sez. M	82 ½	990	17	204	180000	42468495		
							medio arit. 40054927		
Reno solitario.	Sez. I	176	2112	17 ½	210	210000	111749323		
	Sez. G	151	1812	16 ½	198	210000	87950554		
							medio arit. 99849938	139904865	14 ¾
Naviglio		—	240	—	60	90000	1934171	141839036	
Savena	Sez. XXIII.	64 ½	744	12 ¼	147	210000	20806109	162645145	12 ⅚
Idice	Sez. XXI.	67 ½	810	12	144	210000	24682860	187328005	11 ⅙
Centonara	Sez. XVII.	20	240	4 ¼	51	180000	1594600	188922605	
Quaderna	Sez. XII.	36	432	8 ½	102	180000	7831188	196753793	10 ½
Sillaro	Sez. X.	60	720	5 ⅚	118	180000	16150920	212904713	9 ¾

LIBRO TERZO.

De' fiumi che portano arene, e torbide.

CAPITOLO PRIMO.

Degli alvei vecchi de' fiumi.

Racconta Tacito nel primo libro de' suoi Annali, che essendosi proposta nel senato Romano la diversione degl' influenti del Tevere, benchè l' importanza, e l' urgenza di rimediare alle troppo frequenti inondazioni della città capitale del Mondo parea che giustificasse abbastanza il progetto, datosi orecchio ai ricorsi delle Provincie interessate, prevalse a tutti il detto di Pisone, che giudicò non doversi fare mutazione alcuna, essendosi da tutti considerato, che la natura avea assai meglio dell' arte saputo provvedere ai bisogni nostri, con assegnare ai fiumi quell' origine, quel corso, que' confini, que' termini, ch' erano più opportuni. Il p. Grandi nella sua informazione circa una nuova terminazione proposta nell' Era, incominciò da quest' esempio a provare, che il progetto di rassettare, e fortificare l' alveo vecchio di quel torrente, dovea preferirsi al progetto d'un alveo nuovo. Aggiunse il p. Grandi due altri esempj, che il famoso Viviani nella terminazione della Sieve avea seguitato i confini del letto antico delle acque: e che nella terminazione del Bisenzio avea fatto lo stesso, secondando le tracce dell' alveo vecchio, e rettificandolo solamente in un luogo, dove formava un seno lungo, e tortuoso. E così pure si è praticato ordinariamente in altri casi consimili. Cornelio Meyer, celebre Ingegnere Olandese, nell' informazione, che tengo presso di me manoscritta, intorno al modo di liberare la città di Pisa dalle inondazioni dell' Arno, disapprovò tutti gli altri progetti di mutare l' alveo del fiume, e si ristrinse a proporre di migliorare la foce, di alzare, e rinfiancare le spallette, di correggere le svolte e rettificare le tortuosità maggiori del letto vecchio. Anche il signor Gennetè seguitò ultimamente in Olanda le stesse massime, disapprovando, come abbiam detto, tutti i nuovi tagli, e diversivi ideati, e proponendo in vece di riunire tutte le acque del Reno grande nel vecchio ramo dell' Yssel, rettificandolo, riducendolo ad una larghezza uniforme, e secondando così la natura nell' unire, e rivolgere insieme tutte le acque al mare.

Il Guglielmini terminò collo stesso passo di Tacito il suo parere di

lasciar correre il piccol Reno, e le altre acque del Bolognese a Tramontana, e nelle parti più basse della campagna, piuttosto che inalvearle a Levante per altre linee superiori. Disse, che riflettendo alla direzione, che i fiumi della Lombardia, e della Romagna hanno dentro alle valli, e alle strade, che i fiumi naturalmente da loro stessi si sono elette scorrendo per la pianura; si vede che tutte queste vanno da Mezzodì a Settentrione: segno manifesto, che l' inclinazione della natura è di mandarli a sboccar ad un termine, che loro sta a Settentrione, non a Levante, e che il voltare tutti i fiumi predetti a Levante sarebbe una violenza di continuo pericolo, e dispendio. In prova di ciò addusse il Guglielmini quanto risulta dalle antiche, e moderne livellazioni, che la pianura Bolognese pende bensì verso Settentrione, e Levante, ma più verso il Settentrione di quel che penda verso il Levante. E per dare la ragion fisica di questo fatto, disse che le pianure del Bolognese si son formate dalle alluvioni dei fiumi, e però hanno seguitato le inclinazioni degli alvei, pendendo più verso Settentrione, che verso Levante, e più verso il Levante, e verso il mare, di quello che pendono a Ponente, perchè le acque de' fiumi più a Levante, come più vicine al loro termine, non potevano tanto elevarsi, quanto le altre a Ponente. Concluse adunque, che le pianure del Bolognese, e della Romagna nelle parti superiori non sono adattate a tenere incassati i fiumi rivolti che fossero verso Levante, perchè a tale effetto sarebbe stato necessario, che le alluvioni si fossero fatte con esitare le acque a dirittura al mare, e non con lasciarle scorrere da mezzo giorno a Settentrione verso il Po di Primaro.

Tutti questi principj sono stati seguitati nel celebre voto fatto da' Cardinali d' Adda, e Barberini, e disteso sotto gli occhi medesimi del Guglielmini, e del Viviani. Essendosi allora deciso di mandare il Reno in Po grande, si è abbracciato il progetto di raccogliere nel Primaro tutti gli altri torrenti, e scoli inferiori, per la ragione che le valli del Bolognese erano già ridotte dalle deposizioni quasi allo stato di semplici, e basse pianure, e che i torrenti andavano da loro stessi formandosi la strada, e come permetteva loro la natura più facile de' siti, portandosi a sboccare in Primaro: onde conveniva secondare la natura coll' arte, ed aiutare, e regolare il corso delle acque. Ma svanita poi la speranza di restituire il Reno in Po grande, sul principio di questo secolo, spiegossi più ampiamente il Guglielmini intorno al solo ripiego, che restava da prendersi, di riunire tutte le acque del Reno, e degli altri torrenti, e scoli in Primaro. Suggerì ancora il metodo, che si doveva tenere in quest' opera, e ch' era di rimettere prima il Lamone in Primaro, e poi d' incominciare l' inalveazione dal Senio, e dal Santerno, osservandone gli effetti per

prenderne lume, e procedere gradatamente agli altri torrenti superiori. Ora non essendosi mai rimosso il Lamone dal presente suo alveo, dopo i tempi del Guglielmini, si è sempre più elevato di fondo, onde ha bisogno d' argini altissimi per contenere le piene, e spesse volte rompendosi cagiona danni grandissimi a tutte le campagne vicine. Dall' altra parte i buoni effetti, che si sono visti dopo che il Senio, e il Santerno sono corsi arginati in Primaro, avvalorano il sentimento del Guglielmini, e danno maggior coraggio per procedere all' inalveazione de' torrenti di Marmorta, e della Savena, e del Reno.

Presentemente considerando i profili delle diverse linee, che si sono proposte per inalvear tutte le acque, e osservando l' andamento dei piani delle campagne, la situazione degli scoli, e il corso di tutti i torrenti, chiaramente si vede, che non può esservi altro provvedimento da prendere. In primo luogo i profili delle linee superiori rappresentano tutto il piano come grandemente ondeggiante, e diviso in tante gran conche, nella più alta delle quali giacciono i letti de' torrenti, e nella parte più bassa gli scoli delle campagne. L' ondeggiamento è molto minore nella linea inferiore del Primaro. La ragione si è, che i torrenti portando materie più grosse nelle parti superiori, s' alzano maggiormente di fondo, e rendono tutto il piano della campagna più disuguale, che nelle altre parti inferiori. Da ciò si forma una difficoltà naturale, e insuperabile contro tutte le linee superiori. Mentre volendo tenere il nuovo alveo così basso da potervi ricevere gli scoli, bisognerebbe impegnarsi in escavazioni assai grandi, e farvi cadere gl' influenti da molto alte pescaie: e non volendo tenersi così basso, tutto l' alveo non resterebbe abbastanza incassato nel fondo delle conche predette, e per gli scoli delle campagne non resterebbe altro ripiego, che quello delle botti sotterranee. Questa difficoltà sparisce nella linea inferiore del Primaro. Mentre le cadenti assegnate nel capo antecedente sarebbero sufficienti per dare un sicuro ricapito a tutti gli scoli: e la chiusa maggiore, che abbisognerebbe allo sbocco dell' Idice, sarebbe solamente di sette piedi: e non vi occorrerebbe l' impegno di grandi escavazioni o per levare gl' interramenti dell' Idice, o per continuare il Cavo Benedettino alla Bastia. E ciò basta per far vedere, che questo è il progetto della natura.

Per ciò poi, che appartiene al presente corso delle acque, non pare, che vi sia altro da suggerire. Le acque del Reno, sboccando dalla Rotta Panfilia, si dirigono principalmente verso il Cavo Passardo, ch' è quasi nella direzione medesima della rotta, e del canale della navigazione ordinaria, e del Cavo Benedettino. Le valli superiori del Reno sono in gran parte bonificate, e non è molto lontano

il caso, che finite di colmarsi le valli, arrivi il Reno nel Cavo Benedettino con tutte le ordinarie sue torbide. Mentre trovando il Reno dalle rotte allo stesso Cavo un declive sovrabbondante allo scarico delle sue acque, si deve a poco a poco inalveare tra le proprie alluvioni, nè può a meno d' andar facendo lo stesso nella continuazione di tutto il Cavo Passardo. Così le valli di Galliera, e del Poggio resteranno fra non molto assicurate dalle espansioni delle piene, e il Reno entrando quindi colle acque unite, e colle arene, e le torbide nella valle di Malalbergo, e spandendosi in un recipiente molto ampio, lo potrà colmare in pochi anni naturalmente, come già si sono colmati tanti altri terreni della Toscana, e della Lombardia. E questa un' opera già preparata, e disposta dalla natura. Che se si vorrà secondare la natura coll' arte, aiutando, e dirigendo il corso delle acque, e declinando le maggiori tortuosità, si avrebbe al fine un solo alveo continuato regolarmente dalla rotta Panfilia, insino al Cavo Benedettino. Ma niente potrebbe più contribuire alla pronta bonificazione delle valli, e all' inalveazione intera del Reno, quanto il ridurre allo stato di compimento lo stesso Cavo.

Abbiamo di già accennate le due principali disgrazie, che sono occorse nell' esecuzione di quest' opera illustre, e che hanno dato occasione a tanti clamori delle Provincie interessate, cioè le deposizioni fatte coll' abbassamento dell' Idice, e le rotte aperte nell' argine della valle di Gandazolo. Presentemente la valle si è tanto rassodata colle successive deposizioni dell' Idice retrogrado, che non vi è alcuna difficoltà d' attraversarla con un argine rettilineo, e di contenervi stabilmente il corpo di tutte le acque. Si possono ancora levare gl' interramenti dell' Idice, e si può risparmiare la spesa dell' attuale escavazione, servendosi delle forze della natura, nel modo che ci ha spiegato il Michelini, e che il p. Castelli ha messo felicemente in pratica nel piano di Pisa alla bocca di fiume Morto: scavando cioè nell' alveo già interrato o più fossi paralleli tra loro, o un solo fosso più largo, e più profondo, per cui si possano inoltrare, e richiamare le acque nelle piene a fare l' uffizio loro. Ho visto praticato felicemente un tal metodo in luoghi di abbondante caduta, ancorchè le materie deposte fossero in maggior copia, e più grosse. Mentre essendosi il Serchio, alcuni anni fa, rivoltato nella pianura Pisana, riempiendo di arena, e ghiaia l' antico letto sino al livello delle campagne; con alcuni ripari distesi sul letto nuovo, e alcuni canaletti fatti nel vecchio, si sono obbligate le acque a ritornare ne' primi limiti, si sono portate al mare le materie deposte, e in una sola piena s' è riparato tutto il disordine. E poichè nel caso di continuare il Cavo Benedettino direttamente alla Bastia, la Caduta sarebbe certamente abbondante, così non sarebbe bisogno di escavare a mano tutto

il letto interrato, e di accomodarlo alle debite cadenti. O in un modo, o nell' altro tolti gl' interramenti, e ridotto il Cavo allo stato di compimento, il Reno, la Savena, e l' Idice vi avrebbero un corso felice, e gli scoli intermedj delle campagne vi avrebbero un sicuro ricapito.

Ma poichè il nominato Cavo è quasi nella direzione medesima col tronco del Primaro, ch' è sotto alla Bastia, pare di nuovo un progetto suggerito dalla natura quello di evitare le grandi, irregolari, e lunghe tortuosità del tronco superiore del Primaro, continuando lo stesso Cavo sino alla Bastia, e inalveandovi la Centonara, la Quaderna, ed il Sillaro, con tutti gli altri scoli intermedj. La valle, che chiamasi di Marmorta, verso il dosso della Rovere, e il canale della Beccara, dove si potrebbe condurre la continuazione del Cavo, forma un terreno abbastanza sicuro, e stabile, si passa ancora coi carri liberamente, e si asciuga del tutto, e fa polvere ne' tempi estivi. Il fondo è composto di belletta, e di sabbia minutissima, come si è riconosciuto escavando la terra co' succhj, o siano trivelle, ed è così consistente, che i bastoni puntati non potevano a viva forza introdurvisi più d' un piede. Queste osservazioni si sono fatte da un perito, e da contadini assai pratici; e così si è dissipato ogni dubbio, che la valle di Marmorta, quantunque in altri luoghi sia paludosa, non possa nella sua minore sezione, e verso il già nominato dosso della Rovere, escavarsi, e arginarsi sicuramente. Le linee rette, colle quali attraverso a quel luogo potrebbesi continuare il Cavo Benedettino, formerebbero tra di loro angoli molto ottusi, e abbrevierebbero di tre miglia in punto la strada, per cui scorrono ora le acque in Primaro. E finalmente il piano della campagna è tant' alto, da mantenervi per alcuni piedi incassato il fondo del nuovo alveo, e da poterne però sperare tutto il migliore successo.

E qui nessuno aspetterà, ch' io risponda alle varie difficoltà, che in tante scritture si sono mosse contro questo progetto, e che il tempo, e la riflessione appresso di molti ha già dissipato interamente. Qui per un puro atto di stima replicherò solamente qualche cosa a quanto leggesi nell' articolo quarto della seconda parte della relazione ultimamente fatta da tre Periti, che avendo visitate le terre danneggiate dalle acque, e avendo nelle altre parti adottato quest' istesso progetto, non hanno creduto di seguitarlo in quella parte, che risguarda la protrazione del Cavo Benedettino. E in primo luogo avendo essi ripetuta la difficoltà della poca consistenza del fondo, mi sarà lecito di contrapporre l' esperimento autentico delle trivelle, e de' bastoni puntati alla semplice loro asserzione. In secondo luogo aggiugnerò, che la lunghezza, e irregolarità del Primaro, gl' intoppi delle tortuosità, e delle svolte, che s' incontrano andando

dal Morgone alla Bastia, gl' interramenti, che son seguiti dopo l' introduzione dell' Idice, terranno sempre in grandissimo rischio il più basso Polesine di S. Giorgio, sino che non si seguiteranno i principj insegnati dal Guglielmini nel capo ultimo, e non vi si faranno i raddrizzamenti, e i raccorciamenti opportuni. In terzo luogo, i tre piedi di caduta, che si guadagnerebbero andando direttamente alla Bastia, sono quelli appunto, che basterebbero per dare un sicuro ricapito agli scoli, e risparmiare tutte le botti proposte da' medesimi Periti, che per la loro moltiplicità, e grandezza riuscirebbero dispendiosissime, e d' esito molto incerto. Finalmente questo risparmio di botti non renderebbe più dispendioso il progetto di continuare il Cavo Benedettino per sette miglia in vece di arginare per dieci tutto il Primaro: e quand' anche il progetto restasse alquanto più dispendioso, lo svantaggio economico sarebbe compensato abbastanza dalla sicurezza fisica del Polesine.

Nella proposta continuazione del Cavo Benedettino si avrebbe ancora un altro vantaggio, che per l' abbondanza della caduta, si potrebbe risparmiare in gran parte l' attuale espurgazione del Cavo: il che non so se riuscirebbe quando, allungando la strada, si diminuisse il declive, e la velocità delle acque. La valle di Marmorta sarebbe meglio assicurata in questo progetto, perchè dalla parte sinistra il Primaro servirebbe a scolare la valle, e non già a inondarla nelle piene, e perchè sulla destra i tre torrenti, che ora liberamente si spandono, col benefizio della maggior caduta, sarebbero più sicuramente inalveati in Primaro alla Bastia: dalla Bastia sino al mare non vi sarebbe più che temere, quando tutto il Primaro fosse ridotto a una larghezza uniforme, e per difesa della Romagna, e delle valli di Comacchio vi fossero rinfiancati gli argini a diritta, e a sinistra, e alzati a tutta l' altezza delle massime piene. E siccome nell' ultimo tronco del Primaro si sono già fatte con ottimo successo diverse rettificazioni, così ho proposto ancora di farne alcune altre, e di raddolcire alcune tortuosità; il che non potrebbe riuscire di grande spesa, a tal effetto bastando di trasportare per piccoli tratti più indietro le arginature. Ho particolarmente accennato due rettificazioni da farsi dove i serpeggiamenti dell' alveo sono maggiori, e dove le corrosioni mettono in maggior gelosia le valli di Comacchio: l' una alle Mandriole, e l' altra a Longastrino. Così verrebbe a ripararsi tutto il presente disordine, e dalla rotta Panfilia, e dal Cavo Benedettino sino al mare si avrebbe un fiume arginato, che ricercherebbe le sole cautele, e diligenze, che si sogliono praticare negli altri fiumi.

La sicurezza, e difesa di tutto il Polesine di S. Giorgio, la bonificazione delle valli superiori di Reno, e delle valli inferiori di Marmorta, lo scolo libero delle campagne intermedie alla Savena, e

e all'Idice, il corso felice, e regolato di tutte le acque; avrebbero i vantaggi geografici dell'esposto progetto, ma non sarebbero i vantaggi maggiori, e più principali. La salubrità dell'aria, che si restituirebbe asciugando tanti terreni vastamente inondati, e impaluditi, non è certamente un articolo meno importante al principato di quel che sia l'acquisto delle campagne. Presentemente alla Bastia, in Argenta, e in altri luoghi circonvicini, ne' caldi maggiori dell'estate sono famigliarissime le lunghe febbri, lo scorbuto, le dilatazioni di milza, e gli altri mali, che hanno la loro sede nel basso ventre, e che sono i soliti effetti della cattiva qualità dell'acqua, e dell'aria. In alcune Scritture, che ho fatto sulle colmate di Valdinievole, e sul taglio, che si è poi eseguito, del bosco della Fagiaiaia in vicinanza di Pisa, ho accennato come le acque stagnanti, e paludose influiscano nell'insalubrità dell'aria, e ne ho addotto le due principali ragioni, che sono le putrefazioni animali, e vegetabili. Monsignor Lancisi è stato il primo a osservare, che intorno alle acque stagnanti vi è sempre una quantità prodigiosa di piccolissimi insetti. Avendo egli spiegato alcune tele in luoghi paludosi contro la direzione del vento, le ha ritrovate dopo una settimana piene di bachi, e di piccolissime uova, di figure lenticolari sferiche, ovali. Nel colmo dell'estate, col fervore de' raggi solari, si trasformano le uova in que' tanti animaletti, e farfalle, che si vedono sempre in luoghi consimili, e che morendo poscia, e come più pesanti nell'acqua andando a fondo, rendono un fetore animale molto insalubre. A ciò si aggiugne, che dall'erbe palustri, e dagli altri vegetabili, che si putrefanno nell'acqua, vien separata una certa sostanza oleosa, che come più leggiera resta nella superficie dell'acqua, e la rende qualche volta giallognola, e sparge molto cattive esalazioni.

CAPITOLO SECONDO.

De' nuovi alvei de' fiumi.

Essendosi già trattato abbastanza sul fine del libro primo d'una nuova inalveazione del Reno, e di tutte le altre acque del Bolognese, che si era progettato d'incominciare nelle parti più alte della campagna, sopra la confluenza della Sammoggia, e del Lavino; non sarà qui fuor di proposito di conservare la memoria delle altre difficoltà, che ho prodotto più volte contro un altro progetto d'un alveo nuovo, che si voleva cominciare un poco sotto la confluenza medesima, andando a prendere il Reno, e deviarlo nel luogo di Malacappa. E ciò ancora converrà maggiormente, perchè essendo generali le stesse difficoltà, si potranno facilmente applicare a tutti gli altri

casi consimili. In primo luogo si è detto, che la spesa di quel nuovo alveo facendosi montare da' suoi medesimi propositori a tre o quattro milioni, superava tutte le forze delle tre legazioni. Si è detto in secondo luogo, che una simile impresa d'inalveare tante acque, di deviare tanti torrenti, di provvedere a tanti scoli, per la sua complicazione, difficoltà, ed estensione avrebbe sgomentato i Romani sino ne' tempi più floridi della Repubblica. In terzo luogo si è detto, che trattandosi di una nuova inalveazione di circa trentotto miglia, tutta la storia non ci somministra alcun esempio, da cui si possa cavar qualche lume intorno al metodo, e all' ordine che potrebbe tenersi nell' eseguirla. Mentre se si volesse fare l' escavazione per tanti tronchi diversi dell' alveo, interrotti da un influente all' altro, sarebbe un' impresa impossibile, o almeno dispendiosissima di scolare, o estrarre con trombe le acque piovane, e le sorgive, massime dove l' escavazione dovesse arrivare molti piedi al di sotto del pelo basso del mare. Che se poi si volesse incominciare gradatamente l' inalveazione dagli ultimi influenti, e osservare cosa succede, egli è certo, che preparandosi il nuovo fondo colla cadente, che converrebbe al corpo delle acque unite, e incominciandovi a correre i soli ultimi influenti, vi lascerebbero alte, e continue deposizioni.

Questo secondo metodo d' incominciare tutto il lavoro dalle parti inferiori, è il solo, che ci possa dare qualche barlume in una materia così ardua, come scrisse il Guglielmini nell' ultimo capitolo, e però merita d' essere più particolarmente esaminato. Supponiamo fatto il nuovo alveo tra il Senio, e il Santerno, e convenga dare un taglio all' uno, e all' altro, per deviarli dal loro presente corso nel letto nuovo. Nessuno può mai predire, come scrisse Eustachio Manfredi nella sua risposta al Corradi, quali stravaganti effetti siano per produrre due fiumi, che piombino sul nuovo letto da fondi assai più alti, dove corrano sostenuti dalle chiuse poste agli sbocchi. È facile che al piede dell' uno, e dell' altro taglio si formino due gran gorghi che potrebbero avanzarsi sino al piede d' uno, o d' amendue i nuovi argini, scalzandoli, e atterrandoli. Il timore de' vortici, e de' gorghi profondissimi sarebbe ancora maggiore allo sbocco dell' Idice, e della Savena, che, secondo i profili, dovrebbero cadere nel nuovo alveo d' un' altezza di circa quindici piedi. E poi ricercando l' Idice, per esempio o il Santerno solitario una caduta assai maggiore di quella, che converrebbe al corpo delle acque unite, e non essendo impresa di poco tempo quella di terminare d' inalvearle, egli è certo, che i soli ultimi influenti, senza l' aiuto del Reno, che vale quasi per tutti, interrando continuamente il nuovo alveo, rovinerebbero tutto il lavoro a proporzione che si andasse avanzando. Ciò che succederebbe quando il Santerno corresse per qualche anno in un fondo

più basso senza l' impulso delle acque superiori, si può argomentare da ciò che è già succeduto, quando si è rimosso il Lamone dal Primaro. Gl' inconvenienti sarebbero ancora maggiori superiormente, dove la Quaderna, la Centonara, e l' Idice porterebbero materie più grosse, e dove l' Idice dovrebbe correre per qualche anno con venti once di caduta per miglio, quando nell' alveo proprio ne ricerca più di tre piedi. Nè si avrebbe da sperare, che finalmente sopravvenendo il Reno, dovesse di bel nuovo escavare l' alveo interrato, e proporzionarlo interamente al bisogno. Mentre in primo luogo le nuove corrosioni del fondo non si potrebbero fare senza pericolo delle sponde, e degli argini; e poi la caduta, che basterebbe al corpo delle acque unite per sostenere le ordinarie sue torbide, non sarebbe mai sufficiente per portar via le materie depositate, e ammucchiate dagl' influenti.

Nessuna di queste difficoltà avrebbe luogo neppur per ombra nell' esecuzione del progetto già esposto nel capo antecedente. Il Senio, ed il Santerno sboccano ora felicemente in Primaro. La Quaderna, che adesso si spande per le valli, prima di arrivare in Primaro, ha una caduta sufficiente di fondo per andare inalveata ad unirsi alle altre acque alla Bastia. Se si volesse introdurre il Sillaro nella Quaderna, vi caderebbe dall' altezza di cinque, o di sei piedi, e ritrovando nell' alveo comune una caduta maggiore di quella del proprio alveo, vi avrebbe un corso libero, e sicuro. L' Idice, la Savena, e il Reno si dovrebbero rivolgere insieme dal tronco tortuoso di Primaro nella proposta continuazione del Cavo Benedettino alla Bastia: e intanto che si andasse terminando questo lavoro, i torrenti inferiori continuerebbero a correre coll' impulso ordinario delle altre acque superiori. La valle di Marmorta, dove si dovrebbe portare lo stesso Cavo; non è certamente di qualità peggiore delle valli di Buonacquisto, e di Medicina, che verrebbero a tagliarsi colla linea di Malacappa. E se nel primo progetto succedesse qualche rotta in Marmorta nell' argine destro, o sinistro, al più tutte le acque seguiterebbero a spandersi per le valli, che ora sono inondate, e il presente argine di Primaro servirebbe sempre di contrargine, e difenderebbe il Polesine di S. Giorgio: ma nel secondo progetto se succedesse qualche disgrazia verso la Selva Malvezzi, che sarebbe il punto più critico di tutta la linea, dove meno si profonderebbe il nuovo alveo nel piano della campagna, e dove riuscirebbe assai scarso il declive, resterebbero esposti i terreni più colti del Bolognese. Mentre seguendo una rotta nel nuovo stato di cose, resterebbero chiuse le acque tra gli argini degl' influenti e del recipiente, senza che si possa dirsi nè in quanto tempo, nè in qual modo, nè con quale spesa s' avesse a riparare un tal danno. Onde il Manfredi con ragione diceva,

che se in questa sorta di progetti non si dimostra l' impossibilità di una rotta, il rimedio proposto è di gran lunga peggiore del presente male.

Ma la più sostanziale diversità dei due progetti di accomodare, e rettificare gli alvei vecchi, e di preparare un nuovo alveo per tutte le acque, risguarda le qualità differenti delle materie, che condurrebbero le acque nell' uno, e nell' altro caso. Le differenti visite, e osservazioni di più periti hanno finalmente appurato nella maniera più antentica due fatti: primo che il Reno, la Savena, l' Idice, la Centonara, e la Quaderna verrebbero a tagliarsi dalla proposta linea d' un superiore, e nuovo alveo superiormente all' ultimo limite delle ghiaie: Secondo che l' Idice, e la Centonara presentemente portano ghiaie, e arene grosse fino due, o tre miglia sotto l' intersecazione di detta linea, e dove, fatta la diversione, non giugnerebbero dal Reno, e dalla Savena che arene assai sottili. Questo è appunto il caso esaminato nell' ultimo capitolo dal Guglielmini, che gl' influenti portino materie più pesanti di quelle del fiume principale al punto dell' intersecazione. Due condizioni si ricercavano in questo caso dal Guglielmini per qualche sicurezza dell' esito, caduta esorbitante, e considerabile altezza del piano della campagna: condizioni, che non si avrebbero nel progetto della linea superiore. Mentre se si tenesse la linea sotto la Selva Malvezzi, resterebbe il fondo del nuovo alveo superiore al piano della campagna, e gli scoli non vi avrebbero ingresso, come consta da' profili; e se si tenesse sopra la Selva, appena il fondo resterebbe incassato fra terra, e incontrerebbe la Quaderna due miglia sopra l' ultimo limite delle ghiaie. Mancando poi queste due circostanze straordinarie di esorbitante caduta, e di altezza di piano considerabile, il Guglielmini ha insegnato generalmente nel capo nono: che non si deve mai introdurre un fiume, che corra in ghiaia, dentro l' alveo di un altro fiume di fondo arenoso, o limoso: che non si deve mai abbreviare la linea a que' fiumi influenti, che portano le ghiaie assai vicino alla propria foce: e che anzi torna più a conto di portare più abbasso la foce dell' influente, e di allungargli la strada colle tortuosità per fargli deporre tutte le ghiaie prima dell' introduzione. E ci ha di più insegnato il maestro de' fiumi, che lo stesso Po grande, quantunque abbondantissimo di acque, non si è mai stabilito di letto, se non quando, avendo finito di scorrere sopra di un fondo continuamente ghiaioso, non ha più ricevuto da' suoi influenti altra materia che arenosa.

Tutto ciò, che si è detto a principio sulla natura delle ghiaie, e delle arene, forma una difficoltà insuperabile, e decisiva contro questo progetto, non meno che contro l' altro, di cui si è parlato sul fine del primo libro. Il Reno, e gli altri quattro torrenti conducono presentemente una quantità di ghiaie considerabile al di là delle

tracce della linea superiore. La quantità delle ghiaie, che si raccoglierebbe nel proposto nuovo alveo, sarebbe ancora maggiore, perchè cadendovi le acque degl' influenti da chiuse di dieci, quindici, e anche più piedi, si dovrebbero accelerare notabilmente e sotto, e sopra lo sbocco, e dovrebbero strascinare da' loro fondi una maggiore quantità di materie. Crescerebbe ancora la copia delle ghiaie, se le chiuse poste agli sbocchi degl' influenti si dovessero abbassare a poco per volta, acciò i fondi degl' influenti andassero finalmente a spianarsi su quello del recipiente: senza parlare del caso, che qualche chiusa rovinasse nel tempo di qualche piena, e portasse in conseguenza l' estrema rovina delle Provincie. In tale stato di cose non vi sarebbe da lusingarsi, che l' impeto delle piene avesse a sconvolgere il fondo di tutto il fiume sino ad una notabile profondità, e che in simile sconvolgimento dovessero ricadere ne' luoghi più bassi le materie di maggior peso, lasciando al di sopra le più minute, ed esponendole ad essere trasportate dall' acqua più facilmente. Ciò qualche volta potrà succedere nei fondi composti di materie sciolte, e amovibili: e così ha osservato il Viviani, che i maggiori rialti, e ridossi di ghiaie, che sono investiti con maggior impeto dalla corrente delle piene, soffrono mutazioni grandissime, e si scompongono da diritta a sinistra, e dalla superficie alla profondità. Ma il fondo del nuovo fiume, composto di terra vergine, e tenace, non si potrà sensibilmente sconvolgere dall' impeto delle acque, che con direzioni parallele vi scorreranno sopra nelle piene. E non essendovi da sperare, che neppure mediante l' urto, e il soffregamento reciproco, si sciolgano finalmente le ghiaie, ò si diminuiscono sensibilmente di numero, e di mole, resteranno esse ammucchiate sul nuovo fondo a proporzione che vi saranno portate dagl' influenti, e con grandissimo pregiudizio degli scoli della campagna, e con pericolo sempre maggiore degli argini, lo rialzeranno continuamente.

In fine non resterebbe nemmeno speranza alcuna, che nel fondo del nuovo alveo col benefizio della maggiore caduta si avessero a stritolare, e smaltire più facilmente le grosse arene, che vi sarebbero portate dagli influenti: anzi generalmente, per ciò che appartiene alla caduta, la linea superiore, quantunque incominciata da un punto più alto, non avrebbe alcuno avvantaggio sopra la linea inferiore del Primaro. Il fondo di Reno a Malacappa cade sulla comune orizzontale delle ultime livellazioni piedi 59. 2. 0, e alla rotta Panfilia piedi 37. 4. 7: dal che malamente si è ricavato da qualcuno, che nella linea superiore il guadagno della caduta fosse di più di piedi ventuno. In primo luogo è da osservarsi, che il fondo della Sammoggia, in distanza di due miglia e mezzo dal Reno, dove dovrebbesi deviare dal presente suo corso, cade sulla medesima orizzontale piedi

60. 0. 8: e poichè la pendenza ragguagliata della Sammoggia, dallo sbocco del Lavino sino allo sbocco presente nel Reno, è di tre piedi in circa per miglio; non potrebbe essa ricapitarsi nel Reno a Malacappa, che colla totale caduta di piedi 7 ½; e con ciò il nuovo fondo di quel luogo non caderebbe che piedi 52. 6. 8. sopra l' orizzontale, e tutto il guadagno della caduta sarebbe in circa di piedi 15. È da osservarsi in secondo luogo, che il Reno da Malacappa a Buon Convento pende in ragione d' once 43 ½ per miglio: che in tutto il tratto superiore da Malacappa fino al Trebbo pende ragguagliatamente in ragione d' once 28. 1. 9: e che nel tratto inferiore sino allo sbocco della Sammoggia ha la pendenza d' once 25, che si diminuisce poi di due settimi in circa sotto allo sbocco, e vicino alle rotte si riduce ad once 14 ¾. Lo sbocco della Sammoggia è quasi tanto lontano da Malacappa, quanto riuscirebbe nella nuova linea lo sbocco della Savena. Però se la Sammoggia si volgesse nel Reno a Malacappa, e la caduta del Reno per questa unione si diminuisse istessamente di due settimi; si avrebbero once 31, oppure 20, secondo che si prendesse o l' una, o l' altra delle due antecedenti cadute; e volendo prendere un medio, non vi abbisognerebbe molto meno d' once 24 di caduta per miglio. Per l' altra parte avendone il Reno 18 sotto lo sbocco presente della Sammoggia, non si può dubitare, che la caduta non dovesse riuscire maggiore sotto lo sbocco proposto per la Sammoggia a Malacappa, dove la Sammoggia medesima porterebbe arene più grosse, e dove il Reno non avrebbe lasciato affatto le ghiaie. E così nella linea superiore s' incomincerebbe bensì la diversione da un punto più alto, ma in cui ricercherebbero le acque una caduta notabilmente maggiore, che alla rotta Panfilia.

Il sig. Giacomo Mariscotti celèbre professore di matematica, e soprintendente delle acque di Bologna, in varie sue dottissime Scritture ha ottimamente rilevato l' insufficenza della caduta, la protrazione della linea, e gli altri inconvenienti, che si avrebbero in quell' arduo progetto. Io qui aggiugnerò solamente quanto risulta da' principj antecedenti. Secondo ciò che si è detto, la caduta d' once 24 della Sammoggia, e del Reno a Malacappa si potrebbe ridurre ad once 20 dopo la confluenza della Savena, e ad once 17 dopo la confluenza dell' Idice, supponendo contemporanee tutte le piene, e prescindendo dalle disuguaglianze delle materie. Ma l' Idice, la Centonara, e la Quaderna porterebbero anzi nel nuovo alveo e ghiaie, e arene assai più grosse di quelle, che arriverebbero dal Reno, e dalla Savena: dunque la caduta d' once 17, che i fautori della linea superiore hanno proposto di lasciare al nuovo alveo sotto la Centonara, non potrebbe più credersi bastante. Seguitando le stesse tracce, si può provare, che incominciando alla volta Sampieri la diversione

del Reno, e andando direttamente a S. Alberto, non basterebbero le once 12 sotto allo sbocco dell' Idice, che sotto il presente sbocco nel Cavo Benedettino devono anzi credersi abbondanti. Così è vero generalmente per qualsivoglia linea superiore, che incominciando la nuova inalveazione da luoghi ancor più alti della rotta Panfilia, e computando l' abbassamento da farsi per ricevere la Sammoggia, la maggior pendenza, che al Reno conviene superiormente, e le materie più grosse, che i torrenti inferiori trasporterebbero nell' alveo comune, resterebbe assai difettosa la pendenza totale: laddove alla rotta Panfilia essendo già stabilito il fondo di Reno sopra una pendenza minore, e gli altri torrenti spingendo sempre più sottili materie negli ultimi loro tronchi; le cadenti sopra assegnate saranno maggiori di quelle, che il Reno potrà ricercare, correndo dalla rotta medesima colle acque unite nel Cavo Benedettino, e quindi alla Bastia, e fino al mare.

CAPITOLO TERZO.

Delle resistenze de' fiumi.

La varia composizione, e tessitura del nostro globo ci offre in tutte le sue parti una varietà grandissima di materie. Quelle, che si ritrovano d'ordinario alle sponde, e nel fondo de' fiumi, sono la ghiaia, l' arena, la terra comune, e l' argilla. Le ghiaie essendo rotonde, e le arene essendo ramose, e acuminate, per la stessa loro conformazione non si possono serrare insieme talmente, che non lascino alle acque degl' interstizj assai liberi per penetrarvi: e per questa ragione le città, che sono fondate sopra le alluvioni de' fiumi, come Parigi, e Firenze, al primo ingrossare delle piene, risentono ne' luoghi sotterranei un copioso ringorgo d' acque. La terra comune è assai sciolta, ed ha meati abbastanza grandi, perchè vi passino le acque, e si trasfondano per tutta la massa: e oltre di ciò nodrisce molte volte e talpe, e sorci, ed altri insetti, che negli obliqui loro canali rendono le corrosioni più facili: e per questa ragione non sono molto sicuri gli argini formati di terra, se non sono sopravvestiti di argilla, come si pratica in molti luoghi, massimamente in Olanda, dove la terra bituminosa è assai più porosa della nostra. L' argilla è una terra più densa, che ne' suoi piccolissimi meati non lascia un libero passaggio alle particelle dell' acqua, e che poi col tempo si asciuga, e s' indurisce. Di questa materia sono formati gli argini robustissimi della Mosa, del Reno, e di altri fiumi di Olanda. La Mosa nell' estensione del proprio letto essendo esposta a tutta la furia delle tempeste di mare, e avendo l' imboccatura impedita dai

varj banchi di sabbia, dalla parte di Delft ha un argine argilloso di dieci piedi, e un quarto di altezza, che supera di quattro piedi il livello delle massime piene. La larghezza del piano superiore dell' argine è di piedi dieci, e cinque pollici, e la base è di piedi sessanta, come ci ha notato il sig. Van Bleiswyk nella sua bella dissertazione su gli argini.

La pura terra ci offre anch' essa moltissime varietà, e una lunga degradazione dagli strati più consistenti sino a quegli ammassi di terreno più sciolto, che ammollendosi qualche volta per le acque o sotterranee, o piovane vanno scorrendo tra i seni delle montagne, e che si chiamano frane, smosse, e lavine. Le molte lavine che si ritrovano sulle falde delle montagne, tra le quali scorre il Panaro, e il Reno di Bologna, somministrano una gran parte delle ordinarie loro torbide, e rendono molto incerte le strade di que' contorni. Io ho osservato le lavine di sasso storno nella provincia del Frignano, che prendono più di quattrocento pertiche di larghezza, e sono in continuo moto: e ho visto la gran lavina di Castello sulla diritta del Panaro, che incomincia dal monte Cimone, e si stende ondeggiando sempre sino alla riva del fiume, e che anzi negli ultimi anni ha portato via un mulino, e scosse alcune case. Questa difficoltà, e molte altre ragioni particolari, cavate dalla natura stessa del luogo, mi hanno fatto pensare che non convenisse di costeggiare lungamente il Panaro colla nuova strada, che si voleva condurre da Pistoia per la provincia del Frignano insino a Modena. E poichè la montagna di Boscolungo tra tutte le altre circonvicine offriva un passaggio più comodo dell' Appennino dalla valle del torrente Lima sino alla valle del Panaro, e dal luogo di Cutigliano a Fiumalbo; ho proposto di attraversare colla nuova strada i tre rami principali, che formano il Panaro, e di risalire la montagna, che trovasi dall' altra parte della valle, sino a raggiugnere l' altra strada già fatta alcuni anni prima, e che con qualche piccola correzione continuerebbe un transito comodissimo insino a Modena. E ciò è appunto quello che in seguito s' è felicemente eseguito.

In varj luoghi di Olanda, e massime nei contorni del lago di Harlem, ho visto un' altra qualità di terreno così fradicio, e sciolto, che si sconvolge facilmente dall' impeto dei venti, e delle onde, e così lascia che il lago guadagni continuamente. Avanti l' anno 1531 vi erano in que' contorni quattro laghi distinti, e separati, che tutti insieme formavano in circa la terza parte dell' estensione del lago presente. Una furiosa tempesta sconvolse talmente il fondo, che i quattro laghi si riunirono in un solo. Nel 1591 l' inondazione delle acque era quasi cresciuta del doppio, e poi s' è accresciuta di nuovo gradatamente insino a' giorni nostri. La necessità di scavare la

torba, o sia il bitume, che serve per il fuoco in Olanda, e di continuare l'escavazione nei contorni del lago sino alla profondità di quaranta, e più piedi farebbe temere, che le acque si dovessero sempre più dilatare in avvenire. In questi ultimi anni si è presa la precauzione di cingere il lago con grosse dighe dalla parte più pericolosa, e più critica di Amsterdam. Il livello delle altre acque vicine non permette di restringere in altra maniera il circondario di quel lago. Le nostre paludi, formate da cagioni differenti, hanno ancora differenti altri rimedj. Così si asciugherebbero le Paludi Pontine, se i torrenti che vi entrano, e vi si spandono, s'inalveassero per la strada più breve, e si facessero sboccare in mare liberamente: e le paludi superiori dell' Adige si restringerebbero subito notabilmente, se non avendo esse di fianco sufficente caduta nel fiume, con dei canali paralleli si conducessero a scolare in qualche punto inferiore.

Nelle valli del Bolognese ho osservato ancora un' altra specie assai curiosa di terreno vacillante, ed instabile, che forma in mezzo alle acque come delle isole natanti, volgarmente chiamate cuore. Gemiminiano Montanari nel celebre suo Discorso sopra il mare Adriatico ci ha molto bene descritto la loro origine. Qualche volta le cannucce palustri producono nel terreno, ove s' abbarbicano, copiosissime radici, e in capo a qualche anno diventano così folte, e così insieme intrecciate le radici medesime, che marcendosi le sottili loro barbette, con che restavano unite al suolo inferiore, tutta la massa della terra da essa abbracciata diventa più leggiera dell' acqua, e a forza di cotal leggerezza si stacca finalmente dal fondo, e ascende a galla in pezzi ben grandi. Nè cessano intanto le cuore di germogliare nuove cannucce, come se fossero tuttavia radicate nel terreno primiero, perchè somministra loro nutrimento bastante la materia delle altre radici vecchie, che si contiene in quell' ammassamento galleggiante. Così durano molti anni a germogliare, e qualche volta crescono tanto, che sostentano sopra di se armenti, cacciatori, e capanne, e rendono meraviglia a chiunque viene per osservarle. Io mi sono portato nella valle di Dugliolo sopra una cuora, che girava più di un mezzo miglio. Il corpo di essa avea circa tre o quattro piedi di profondità, e sotto vi si trovavano venti, e più piedi d' acqua. Quando le arene, e le torbide portate dagl' influenti, o riempiano tutto lo spazio, ch' è tra il fondo, e le cuore, o rendano le cuore specificamente più pesanti dell' acqua, e le calino a fondo; allora non si ha che un corpo elastico, compressibile, appoggiato a una base stabile, il quale a principio cede uniformemente, e poi sotto il peso degli argini non può produrre altri sconcerti. Così hanno formato una difficoltà insuperabile nella prima costruzione del Cavo Benedettino le grandi cuore, che si sono incontrate nella valle di Gandazolo: ma le

altre, che si sono trovate assodate, e sepolte fra terra al luogo detto il Traghetto, e verso la confluenza dell' Idice, non hanno in modo alcuno impedita la serie de' lavori: e già sono alcuni anni, che nella stessa valle di Gandazolo le deposizioni lasciate dall' Idice hanno tanto assodate le cuore, che non vi è più difficoltà di continuarvi l' argine rettilineo.

Ma questi sono fenomeni assai rari, co' quali la natura non scherza, che in qualche luogo. La disuguale resistenza, e coesione delle materie, che più comunemente si trovano dentro l' alveo dei fiumi, la varia mescolanza della terra, dell' arena, e delle ghiaie, il vario, e irregolare loro ripartimento, fa che il letto de' fiumi si corroda sempre disugualmente, e vi nascono qua e là dei froldi, e delle piccole tortuosità, che diventano qualche volta assai grandi, e fanno lasciare ai fiumi la dirittura loro primiera, massime se sono ghiarosi. Mentre le ghiaie, portate dai fiumi nelle piene, non si distribuiscono sempre ugualmente per tutto l' alveo, ma qualche volta s' ammucchiano da una parte in tanta quantità, che rivolgono il filone dall' altra. Per questa ragione i fiumi nelle parti superiori dove corrono in ghiaia, hanno più spessi cambiamenti di filone, e di letto, e sono costantemente più irregolari, e tortuosi, che nelle altre parti inferiori, dove portano solamente arene, e torbide. Ma prescindendo ancora dalle materie, che portano i fiumi, la sola diversità di quelle altre, che s' incontrano nelle rive, e nel fondo, dà sempre luogo alle varie corrosioni, e basta per fare che un fiume, anche incassato tra sponde parallele, sia presto deviato dalla sua rettitudine. E per ciò appunto nelle nuove inalveazioni di que' fiumi ancora, che portano materie più sottili, si devono sempre lasciare a tutto l' alveo delle golene, e delle spiagge assai ampie, tenendo gli argini lontani dallo scavo, perchè trovando le acque più o meno facile la corrosione, possano serpeggiare, e accomodarsi il letto a loro talento senza intaccar subito gli argini.

Il Guglielmini ha copiosamente trattata questa materia nel capitolo sesto sopra la natura dei fiumi. Il fondamento di tutto si è, che se un fiume incassato anche tra ripe parallele incominci a corrodere da qualche parte, o perchè il terreno vi sia meno tenace, e resistente, o perchè la forza dell' acqua vi sia accresciuta per le ripercussioni superiori; i primi a sbalzare saranno gli angoli, e le punte della parte corrosa, dov' è minore la resistenza, e maggiore la forza, e l' impeto dell' acqua. Però tutta la corrosione acquisterà presto la forma d' una concavità continuata, e il filone piegandosi da quella parte, verrà indi piegato, e ribattuto dall' altra, e così rinnovandosi sempre lo stesso giuoco, succeduta una corrosione sulla diritta del fiume, ne seguirà un' altra sulla sinistra, e più sotto sulla diritta se

ne avrà ancor un' altra, e tutto il fiume si disporrà in una serie di archi alternativamente concavi, e convessi. E poichè la forza dell' acqua si va sempre scemando in proporzione che si fa più acuto l' angolo del filone colla ripa corrosa, con farsi più ampie le concavità di ciascuna corrosione, e maggiore l' obliquità del filone battuto, e ribattuto, arriverà finalmente la forza a uguagliare la resistenza, e ciascuna corrosione avrà un limite. Si potrebbe fissar questo limite se fosse nota la legge della forza dell' acqua, e della resistenza del terreno. Ciò che può dirsi generalmente si è: che una ripa arenosa cederà più facilmente di una cretosa: che le corrosioni saranno tanto maggiori, quanto più direttamente il filone del fiume anderà ad investire le ripe: che quanto più larghi saranno i fiumi, tanto più lontano sarà portato il vertice della corrosione: e che però ne' fiumi più grandi, in parità delle altre circostanze, le tortuosità prenderanno un giro maggiore.

Per queste ragioni nel caso di qualche corrosione si pratica in alcuni luoghi di ritirarsi indietro cogli argini, e di aspettare che la corrosione da se arrivi al suo termine. In alcuni luoghi ancora si pratica di tagliar l' angolo della piarda perpendicolare, e corrosa, e così si presenta al fiume un fianco inclinato, e disposto a scarpa. Ma non sempre vi è terreno da perdere, e nella maggior parte dei casi bisogna fermare le corrosioni senza lasciarle inoltrare. Grandissima è la varietà de' ripari piccoli, e grandi, che sono stati immaginati a questo fine, e che si sogliono mettere in opera ne' fiumi, e maggiori, e minori. In molti luoghi dell' Arno, e del Serchio producono ottimi effetti le molte, e grosse pietre, che si spargono sulle ripe corrose, e che quand' anco si smuovano dall' impeto della corrente, ciò non ostante intrecciandosi diversamente tra di loro formano una continuata, e moltiplice resistenza. Nel tronco inferiore del Primaro ho visto in diversi luoghi, che gli argini delle valli di Comacchio erano abbastanza difesi colle semplici palificate: e ne' froldi superiori del Reno ho visto delle palificate più grandiose, e robuste, che andavano a scarpa a incontrare il fondo del fiume. Ho pure visitati varj pennelli in diversi giri, che ho dovuto fare nel Po, e in altri fiumi. Mi è riuscito di trovarne assai pochi, che non fossero scossi, e maltrattati dalla corrente, e da molti vortici, che facilmente si formano al piede, e alla punta. I cinque pennelli, che hanno formato la corrosione di Parpanese sul Po in una piarda assai alta, fanno un angolo molto ottuso colla ripa superiore, e vi hanno un' intestatura assai forte. Incominciano da una base di circa dodici gabbioni composti di vimini, e di terra, che tra' loro angoli sostentano undici gabbioni, e poi sopra altri dieci, e così gradatamente fino al piano più alto, ch' è solamente di quattro, o cinque.

Famiano Michelini nel suo Trattato sulla direzione dei fiumi, fu il primo che incominciasse a parlare dei ripari delle acque, quatunque non si fosse formata una giusta idea della forza della pressione, che nelle acque ancora stagnanti nasce dalla semplice altezza. Il Barattieri trattando dei pennelli, non ci lasciò regola alcuna intorno al modo di collocarli, e solamente suppose, che si dovessero essi piantare nel luogo della maggior corrosione: quando al contrario è facile da intendere, che la corrente deve incominciare a deviarsi sopra il principio della corrosione medesima, e che i pennelli inferiori si devono piantare a una distanza proporzionata tra loro, per modo che si sostentino, e si reggano l'uno coll'altro. Il Guglielmini, e il Zendrini hanno più illustrato questa materia. Seguitando i comuni loro principj si potrebbe determinare la situazione più vantaggiosa, che possa darsi a un pennello per deviare la corrente dalla parte contraria. Mentre in primo luogo supponendo la direzione delle acque parallela alle sponde, e risolvendo coi metodi ordinarj della meccanica la velocità loro in due altre, una perpendicolare, e l'altra parallela al pennello, sarà questa seconda velocità proporzionale al coseno dell'angolo, che forma il pennello colla ripa inferiore: ed essendo in oltre la quantità dell'acqua, che va ad urtare nel pennello, proporzionale alla perpendicolare tirata dalla punta del pennello nella ripa, o sia al seno dello stesso angolo d'inclinazione; la quantità del moto, con cui l'acqua scorrerà parallelamente al pennello verso la parte opposta sarà come il prodotto del seno, e del coseno dell'angolo, che fa il pennello colla ripa. E perchè il prodotto del seno, e del coseno diventa un massimo quando l'angolo è semiretto; ne segue manifestamente, che secondo i principj accennati, la situazione più vantaggiosa, che possa darsi a un pennello, si è quella, in cui esso forma colla ripa inferiore un angolo di gradi quarantacinque.

Però se si trattasse di costruire qualche pennello, vorrei primieramente che fosse ben intestato nella ripa, e poi che vi facesse dalla parte inferiore un angolo semiretto, e finalmente che dalla testa s'inclinasse verso la punta, e che coi due fianchi, e sopra, e sotto andasse a incontrare obliquamente il fondo del fiume. Ma ancora in questa maniera non si potrebbe mai impedire che l'acqua urtando impetuosamente nelle punte, e negli angoli, e variamente percuotendosi non formasse dei vortici, che a poco a poco arrivassero a indebolire, e scomporre tutto il pennello. Ho visto de' vortici maggiori nel Danubio, nell'Adige, e in altri fiumi, dove i ripari, e le sponde sono urtate di fronte con maggior forza. Sempre però mi è occorso di ritrovare dei vortici, e dei gorghi anche intorno ai pennelli fatti con maggior arte. Un riparo di fascine, o di sassi, che per tutta la sua lunghezza scendesse con pendenza uniforme a fare un

angolo molto acuto col fondo, sarebbe esente da quest' incomodo: onde stimerei sempre meglio di distribuire uniformemente per tutta l' estensione delle ripe corrose la resistenza, che si scioglie interrottamente ne' pennelli. Nell' Olanda non ho visto altra sorte di ripari, fuorchè di robuste dighe, e di ampissime fascinate, che hanno fatto degli ottimi effetti. La fascinata più grande si è quella, che s' è opposta all' impeto della Mosa sotto alle mura di Roterdam. Le dighe più grandi sono intorno al mare settentrionale. Hanno esse sopra la terra un grosso strato di mattoni, e di calcestruzzo, e sono superiormente coperte di grosse pietre, i vuoti delle quali si trovano riempiti di calce, e di altre pietre minori: e sono tanto lentamente declivi, che in qualche luogo l' altezza è alla base in circa come uno a tredici. Altre grandiose dighe si sono pure costrutte in questo secolo nella Zelanda dalla parte dell' Oceano, dove sono interrotti que' grossi ammassi di sabbia, che costeggiano tutto il lido occidentale, e volgarmente si chiamano *Dunne*. Hanno quelle dighe in circa tre pertiche di altezza sopra trentacinque di base.

CAPITOLO QUARTO.

Del rigurgito de' fiumi.

Il p. Grandi nel cap. 4. del lib. 2. avendo insegnato la maniera di ritrovare l' origine equivalente di un fiume, e di defalcare quel tanto, che per le varie resistenze si leva alla velocità di tutta la caduta, considerò tra le resistenze medesime principalmente i rigurgiti delle piene degl' influenti, le cannucce, e i virgulti, che qualche volta nascono sul fondo, e gli angoli, e le tortuosità più irregolari delle ripe: e mostrò poi di fare assai poco caso delle altre resistenze che nascono dalla pura asprezza, e disuguaglianza delle ripe, e del fondo. Notò che le resistenze delle ripe finiscono nelle parti, che vi strisciano da vicino, senza stendersi sino alle altre parti di mezzo, e immaginandosi una linea tirata sopra le più alte prominenze del fondo, pensò che le acque superiori non potessero risentire impedimento alcuno dalle altre acque, che restano stagnanti in mezzo ai dossi inferiori. E finalmente immaginandosi un' altra linea retta tirata per la superficie dell' influente, e continuata sopra lo sbocco sino a incontrare il fondo del recipiente, determinò il p. Grandi i limiti del rigurgito cagionato in un fiume per l' unione di un altro, mostrando che tutto il tratto inferiore alla stessa linea è ringorgato dall' influente, e che in tutto il tratto superiore restano le acque ugualmente libere come se l' influente non vi fosse.

La dimostrazione del p. Grandi si adatta benissimo al caso del

regurgito cagionato da una pescaia, o da altro simile ostacolo, che attraversi il letto di un fiume, nell' ipotesi che l' acqua sia perfettamente fluida, e composta di parti onninamente sciolte tra loro. Fatta la stessa ipotesi parrebbe che l' estensione, e la quantità del regurgito dovesse essere minore nel caso, non di un ostacolo inammovibile, ma di due fiumi, che andassero a unirsi insieme, e che nel tronco comune tutti e due contribuissero a spingere più innanzi le loro acque. E in un caso, e nell' altro deve poi farsi maggiore il tratto rigurgitato, quando si consideri che le particelle dell' acqua sono tra loro unite con una certa adesione, per cui le une non possono staccarsi dalle altre senza una qualche difficoltà, che comunemente si chiama viscosità dell' acqua. Noi abbiamo sotto all' occhio quest' adesione, e nella concavità, che forma la superficie dell' acqua ne' bicchieri non pieni, e nel colmeggiamento che formasi ne' bicchieri pienissimi prima che l' acqua versata sopra si stacchi dall' inferiore, e incominci a traboccare dagl' orli. La spuma, l' ebollizione, l' assottigliamento, a cui si riduce la superficie dell' acqua prima che si rompa dalle bollicine dell' aria, che n' escon fuori, l' esperimento della fiasca idrometrica accennato nel libro antecedente, e molti altri fenomeni consimili sono una chiara prova della medesima verità. La viscosità dell' acqua deve fare che tutti gl' impedimenti, e del regurgito, e dei virgulti, o altri sterpi del fondo, e delle resistenze originate dall' asprezza, e disuguaglianza del fondo, e delle ripe si risentano a maggiori distanze, che non aveva detto il padre Grandi.

E in primo luogo s' intenda che il fiume sia da una parte all' altra tagliato da una pescaia, e che per la sommità di essa sia tirata una linea orizzontale. Le acque resteranno stagnanti in tutto l' angolo, ch' è formato dalla pescaia col fondo superiore: e poichè ridotto che sia il fiume allo stato di permanenza, deve passare per ciascuna sezione un' eguale quantità d' acqua; quelle sezioni, che verranno intersecate dall' orizzontale già detta, e che saranno in qualche parte impedite, dovranno ancora elevarsi a un' altezza tanto maggiore, quanto sarà maggiore la parte, a cui stenderassi l' impedimento. Con ciò la superficie del fiume si farà meno declive di prima, e la diminuzione della declività si farà gradatamente minore procedendo all' in su sino a quella sezione, che resterà tutta sopra l' orizzontale. Per lo contrario sul ciglio della pescaia, precipitandosi le acque liberamente, vi avranno minore altezza di prima, e si faranno più declivi di superficie. E poichè la maggiore declività della superficie indipendentemente dalle altre circostanze influisce nella maggiore accelerazione delle acque, secondo ciò che si è detto nel cap. 2. del lib. 2, incominceranno le acque ad accelerarsi anche prima di arrivare al

ciglio della pescaia. L' adesione, o viscosità delle particelle deve poi fare che l' accelerazione si stenda all' in su per un tratto maggiore di quello, a cui si potrebbe stendere nell' ipotesi che le particelle medesime fossero perfettamente sciolte tra loro. Mentre le particelle, che si accelerano per la maggiore declività della superficie, e per la caduta libera, che hanno da tutta l' altezza della pescaia, devono tirare con se le altre che seguono, e queste le altre, e così successivamente andando per qualch' altro tratto all' in su: come appunto hanno detto tutti gli Autori, e massime il Guglielmini nel capo settimo, e il Manfredi nelle sue annotazioni.

Io crederei che si debba fare un' aggiunta importante a tutte queste teorie. Poichè nell' istessa maniera con cui le particelle dell' acqua per la maggiore declività della superficie incominciano ad accelerarsi anche prima di giugnere al ciglio della pescaia, la minore declività della superficie in tutto il tratto regurgitato deve anche fare che le acque vi si rigonfino di più di quello, che porterebbe il semplice ristagno del fondo. E così pure la stessa viscosità, e adesione delle parti, per cui l' accelerazione si stende per qualche tratto maggiore superiormente al ciglio della pescaia, deve fare che le acque regurgitate tengano in collo le altre, e che il ritardo loro in qualche maniera venga comunicato alle sezioni, che restano tutte sopra l' orizzontale tirata per il ciglio medesimo. E siccome è sensibile il tratto, in cui le acque incominciano ad accelerarsi prima di giugnere alla pescaia; così il rincollo si deve stendere per qualche tratto sensibile sopra l' orizzontale, che sarebbe il limite del regurgito nell' ipotesi dell' acqua perfettamente fluida, e della non variata declività della superficie. L' abbassamento delle sezioni incomincia ad essere sensibile molto al disopra delle chiuse opposte ai fiumi maggiori: e nei piccoli canali de' mulini l' accelerazione, che può coll' occhio distinguersi ne' galleggianti incomincia alla distanza di otto, dieci, e più piedi dalle chiuse, come ho più volte sperimentato. E però in tutti i canali piccoli, e grandi sarà sempre sensibile anche lo spazio, a cui si stenderà il regurgito sopra l' orizzontale tirata per la sommità delle chiuse, o altri ostacoli immobili.

Nel caso particolare dei canali, o gore, che servono per dar moto ai mulini, e ai filatoj, vi è ancora un' altra ragione, per cui il rincollo delle acque deve incominciare a sentirsi ancor più alto, che non farebbe per gli ostacoli posti inferiormente, e per l' adesione delle parti. Supponiamo varj edifizi successivamente disposti nello stesso canale, e vediamo cosa deve succedervi. L' acqua cadendo dal primo alzato sopra una ruota, e urtando direttamente nel fondo del canale, deve subito perdere la velocità verticale acquistata nella discesa, e deve in seguito accomodarsi a quel moto, che conviene al corpo

d' acqua, e all' inclinazione del fondo, e della superficie. Così osserviamo nelle cascate, ancora dei grossi fiumi, che l' acqua si riduce prestissimo a quella velocità, che conviene alle circostanze dell' alveo, in cui deve continuare il suo moto. Quanto più inclinato, e più libero sarà il fondo del canale, tanto più facilmente si smaltirà l' acqua caduta sotto alla ruota: e con ciò si farà minore la resistenza, che da una parte incontreranno le palme della ruota medesima, e dall' altra parte sarà maggiore la forza e l' impeto dell' acqua. Per lo contrario se sarà posto inferiormente un alzato per qualch' altro edifizio, e se l' orizzontale tirata per la sommità dell' alzato arriverà a incontrare il fondo poco sotto alla prima ruota, non vi si smaltirà più l' acqua in tanta copia, e vi si avrà una altezza maggiore, e con ciò si farà maggiore la difficoltà di svolgersi le palme, e minore dall' altra parte la forza impellente, e motrice.

Per conseguenza il caso delle gore, che servono per dar moto alle ruote successivamente disposte l' una dopo l' altra, non è propriamente quello d' un corpo d' acqua, che scorra sopra di un fondo continuato sino a incontrare inferiormente una pescaia, o qualch' altro ostacolo immobile. Ma questo propriamente si è il caso dell' acqua, ch' esce da una conserva per un canale inclinato. E il canale inclinato serve al richiamo dell' acqua, che dopo la discesa rimarrebbe stagnante sotto alla ruota, a proporzione che avesse inferiormente uno scarico meno libero. In questo caso il rigurgito fatto da un alzato inferiore può benissimo stendersi sino alla ruota, e all' edifizio superiore, quand' anco non vi arrivi l' orizzontale tirata per la sommità dell' alzato medesimo. Poichè a cagione dell' alzato deve restare impedito il moto dell' acqua in tutto il tratto, ch' è sotto l' orizzontale. La viscosità, e adesione delle particelle dell' acqua deve fare che l' impedimento si stenda nel canale all' in su per qualche tratto sensibile. Con ciò deve anche farsi meno libero lo scarico, e maggiore la resistenza, e l' altezza dell' acqua che passa sotto alla ruota, e deve per lo contrario farsi minore la forza dell' altr' acqua che sopravviene continuamente: quando almeno la detta orizzontale non incontri il fondo del canale in tanta distanza dalla ruota, che basti per non farvi alcuna sensibile alterazione.

Le controversie insorte a Roveredo mi hanno fornito il comodo di verificare tutti questi principj colle sperienze più precise, e più autentiche. Il piede di Roveredo è al piede di Parigi prossimamente come 12 a 11. La sommità dell' alzato inferiore si è trovata cadere due once, e tre quarti sotto l' orizzontale tirata dal fondo del canale in quel punto, a cui corrispondeva la ruota superiore. L' orizzontale tirata dalla sommità dell' alzato medesimo incontrava il fondo in distanza di piedi 84 ½ di Roveredo dall' altro alzato superiore. Per

incominciare a conoscere se il limite del rigurgito sia veramente l' orizzontale tirata per la sommità dell' ostacolo, ho fatto accrescere d' un' oncia e un terzo tutto l' alzato inferiore, per modo che non restasse più basso che di un' oncia, e cinque dodicesimi del fondo del canale superiore. Poi fissate tutte le cateratte, e prese tutte le cautele possibili, perchè in tutto il corpo d' acqua non succedesse mutazione alcuna nel tempo delle sperienze, ne ho fatto misurare l' altezza a un pilastrino, ch' è circa piedi 55 lontano dall' alzato superiore, ed è lontano piedi 29 ½ da dove il fondo è incontrato dalla già detta orizzontale. Ho pure notato il tempo in cui facevansi 40 intere rivoluzioni del filatoio superiore nei differenti casi di porre, e levare il nuovo obice dall' alzato inferiore, e di lasciarvi cader l' acqua liberamente, o di farvela urtare cadendo sopra dell' altra ruota. Inoltre ho notato il tempo delle 40 rivoluzioni, e l' altezza del corpo d' acqua allo stesso pilastrino, nei due differenti casi del semplice alzato, e dell' alzato abbassato di due once e sette ottavi, restando pari tutte le altre circostanze, ed essendosi replicate le diligenze medesime perchè nei due casi venisse somministrata al canale la stessa quantità di acqua. Finalmente ho fatto ripetere tutti i binari delle sperienze ne' differenti stati di roggia piena, di mezza roggia, e di roggia scarsa. L' esito fu come segue.

ESPERIMENTO PRIMO.

	Tempo di 40. rivoluzioni.		Altezza d' acqua.
	Minuti.	Secondi.	Once.
Posto sull' alzato ordinario l' obice d' un' oncia e un terzo, e andando la ruota inferiore . „	22.	30.	17
Col solo alzato ordinario a ruota andante . „	21.	—	16 $\frac{9}{16}$
Coll' alzato ordinario a ruota ferma . . . „	20.	20.	16 $\frac{1}{2}$

ESPERIMENTO SECONDO.

	Minuti.	Secondi.	Once.
In altro stato d' acqua coll' obice d' un' oncia e un terzo a ruota inferiore andante . . . . „	20.	—	16 $\frac{5}{16}$
Coll' obice d' un' oncia sola a ruota andante „	20.	—	16 $\frac{3}{16}$
Col solo alzato ordinario a ruota andante . „	18.	45.	16

ESPERIMENTO TERZO.

	Minuti.	Secondi.	Once.
In stato di roggia scarsa coll' obice d' un' oncia andando la ruota inferiore . . . . „	21.	30.	11 $\frac{5}{16}$
Senz' obice a ruota andante . . . . „	20.	45.	11 $\frac{1}{16}$
Senz' obice a ruota ferma . . . . „	20.	30.	11 $\frac{1}{16}$

	Tempo di 40 rivoluzioni. Minuti.	Secondi.	Altezza d'acqua. Oncie.
[ESPE]RIMENTO QUARTO.			
In altro stato di roggia scarsa coll' obice d' un' oncia, e un terzo . . . . »	[illegible]	8.	11 [illegible]
Senz' obice a ruota andante. . . . . »	18.	30.	11 $\frac{1}{16}$
ESPERIMENTO QUINTO.			
A roggia piena coll' alzato ordinario lasciando andare la ruota inferiore . . . . »	20.	18.	15 [illegible]
Abbassato l' alzato d' once 2 [illegible], e fermata la ruota . . . . »	18.	52.	15.
ESPERIMENTO SESTO.			
In altro stato di roggia piena coll' alzato ordinario a ruota andante . . . . »	18.	27.	15 [illegible]
Abbassato come prima l' alzato a ruota ferma »	16.	59.	15.
ESPERIMENTO SETTIMO.			
In altro stato coll' alzato solito a ruota andante »	23.	38.	15 [illegible]
Fatto l' abbassamento a ruota ferma . . . . »	[illegible]	38.	15.
ESPERIMENTO OTTAVO.			
A mezza roggia coll' alzato ordinario andando la ruota inferiore . . . . »	21.	8.	12 [illegible]
Abbassato l' alzato, e fermata la ruota . . . . »	20.	4.	11 [illegible]
ESPERIMENTO NONO.			
A roggia scarsa coll' alzato ordinario a ruota andante . . . . »	20.	45.	11.
Abbassato l' alzato a ruota ferma . . . . . . »	20.	8.	10 [illegible]
ESPERIMENTO DECIMO.			
In altro stato di roggia scarsa coll' alzato ordinario a ruota ferma . . . . »	20.	2.	10 [illegible]
Fatto l' abbassamento a ruota ferma . . . . »	19.	49.	10 [illegible]

L' esperimento sesto era nelle stesse circostanze del quinto con alzata un poco la cateratta, che somministrava l' acqua al canale: e nel settimo esperimento la cateratta era un poco abbassata. Il resultato di tutti si è che l' ostacolo posto inferiormente, quantunque non arrivasse all' orizzontale tirata per il fondo del canale sotto alla

ruota superiore, vi faceva però sempre crescere l' altezza dell' acqua, e diminuire la velocità: e che anzi la sola resistenza, e l' intoppo, che la ruota inferiore portava allo scarico libero dell' acqua, faceva un ritardo sensibile nel moto della ruota superiore. Tutte le differenze, e delle altezze del corpo d' acqua, e del numero delle rivoluzioni fatte in un dato tempo, divenivano minori a proporzione che si diminuiva il corpo d' acqua. E ciò non solo perchè la stessa differenza di alzato in tempo di acque bassissime cagiona una minor variazione nella declività della superficie; ma ancora perchè nello stato d' acqua sovrabbondante, gli scaricatori, e gli emmissarj rientrando al disotto della prima ruota nel canale principale, coll' acqua che portano, fanno alzare il pelo dell' altra già caduta sotto alla ruota, e però accrescono la resistenza, e scemano in qualche parte l' impeto, e la forza motrice. Le differenze delle altezze nei tre binarj del quinto, ottavo, e nono esperimento erano di $\frac{5}{6}$, $\frac{1}{2}$, e $\frac{1}{4}$ d' oncia cioè nella ragione dei numeri 5, 4, 2. La differenza del tempo delle 10 rivoluzioni era nel quinto esperimento di un minuto, e 26 secondi in 18, e 52, cioè di più di sette centesimi: e di cinque centesimi nell' ottavo esperimento, e meno di tre centesimi nel nono. Con altri binarj d' esperienze fatte in uno stato di straordinaria bassezza, mentre non vi erano al pilastrino indicato che sole otto once d' acqua, non si è trovata alcuna differenza sensibile nè dell' altezza medesima, nè del tempo.

CAPITOLO QUINTO.

Dello sbocco de' fiumi in mare.

Il mare Mediterraneo, e principalmente l' Adriatico ci presenta due ben curiosi, e interessanti fenomeni, l' allungamento della spiaggia in diversi luoghi, e l' alzamento uniforme della superficie del mare. Si potrebbe con un solo principio soddisfare a tutti e due, dicendo che le materie trasportate dai fiumi, e ammucchiate sul lido lo allungano; e che così ristringendosi il circondario del mare, se ne deve rialzare la superficie. Questa spiegazione parrebbe molto plausibile, se nello stesso tempo il mar Baltico non ci presentasse insieme la protrazione della spiaggia, e l' abbassamento del livello, e se non fosse evidente, che equilibrandosi tutti i mari tra loro, non può crescere in uno l' assoluta altezza dell' acqua, senza che cresca ancora in tutti gli altri. Per attenerci ai puri fatti, nelle memorie della Reale Accademia di Stockolm i signori Celsius, Dalin, Stenbeck, e molti altri ci hanno descritto una lunga serie di fatti, che provano manifestamente la protrazione di tutte le spiagge: come

che in molti luoghi sia mancata la pesca per bassezza del fondo; che molti seni, e porti del golfo Botnico, aperti una volta alle grosse navi, non siano ora più praticabili, che dalle piccole barchette; che molte isole a' giorni nostri si siano unite al continente, e che anzi tutto il continente della Svezia non fosse una volta che un complesso di molte isole. La protrazione delle spiagge potrebbe combinarsi ancora coll' alzamento del livello del mare, quando più concorressero le cause particolari all' accrescimento del lido, che le cause generali all' elevazione del fondo, e della superficie del mare. Ma le osservazioni di Svezia ci danno ancora una diminuzione dell' altezza assoluta dell' acqua, come che molte punte, d' onde una volta si pescavano i cani marini, siano presentemente per la loro altezza fuori della portata della pesca; che molti scogli, dove una volta si rompevano delle navi, si possono ora distinguere facilmente, e sopra tutto che i segnali, e le marche dell' altezza, a cui una volta arrivava la superficie del mare, restino ora notabilmente al disopra della medesima.

L' alzamento continuo del livello delle acque nell' Adriatico non fu ignoto a' periti del secolo decimo sesto, e ne parlò formalmente l' ingegnere Sabbadini nel suo Discorso sulla laguna di Venezia. Eustachio Manfredi fu il primo a stabilire quest' opinione. Ritrovandosi esso a Ravenna, da alcune livellazioni si accorse, che rimanevano sotto il livello del mare i pavimenti degli antichi edifizi di quella città, massimamente del Duomo, della Rotonda, e della superba chiesa di S. Vitale, fabbricata nel regno di Amalasunta, e che io non ho potuto vedere senza un intimo sentimento di stima per gli architetti di que' tempi. E poichè il mare arrivava allora a Ravenna, e non può credersi che quegli architetti abilissimi volessero fabbricare in luoghi sottoposti al ringorgo delle acque, bisogna dire che la superficie del mare a que' tempi fosse più bassa. Bernardino Zendrini confermò la stessa opinione con altre osservazioni consimili di Venezia, dove gli anelli, che una volta servivano per fermare le barche, restano in oggi sotto il livello del mare, dove non è più di alcun uso il tempio sotterraneo di S. Marco, per essere soperchiato dalle acque, e dove nelle maree un poco alte resta inondato il suolo della piazza, quantunque da qualche tempo si sia rialzato di circa un piede. Nel mare Mediterraneo si osservano le stesse cose. Mentre nell' isola di Caprea si trova ora inondato tutto il piano terreno di un antico edifizio Romano, piantato sulla riva del mare; e così pure sono inondati altri pavimenti a Viareggio, e in altri luoghi. E per levare ogni dubbio, che somiglianti variazioni provengano da qualche casuale abbassamento di tutto il suolo, basta produrre le osservazioni fatte dal celebre Vitaliano Donati, lungo la costa

della Dalmazia. In Lissa, in Dielo, a Zara, e in altri luoghi il livello del mare è più alto del piano terreno di antichissime fabbriche, le quali, perchè avessero i debiti secoli, e non riuscissero mal sane, saranno state senza dubbio piantate sopra lo stesso livello. E tali fabbriche essendo posate sul vivo sasso, da cui è formata interamente quella spiaggia, non si può sospettare, che abbiano ceduto neppure un pelo.

La protrazione della spiaggia è pure manifestamente provata in moltissimi luoghi d' Italia, e massimamente della Toscana, della Romagna, e della Marca. L' antico porto Pisano è ora assai lontano dal mare, e sono pure assai lontane diverse torri già fabbricate per la difesa di quelle coste. Così ancora Ravenna è stata levata dall' Adriatico, e ridotta in terra ferma: anzi tutta la spiaggia del Po sino in Ancona si va tutti gli anni avanzando sensibilmente. Il Zendrini nel Capo quarto della sua relazione sopra la diversione del Ronco, e del Montone ricavò da un decennio di osservazioni, che tale avanzamento è ragguagliatamente di circa ventitrè pertiche l' anno. Ne addusse in oltre due differenti ragioni fisiche. In primo luogo osservò, che il suddetto lido è obliquamente esposto a Scirocco, ed Ostro, proprietà de' quali è di zapparlo, per parlare colla frase della marina, asportando le sabbie, e che ha la faccia esposta al greco, ed al levante, che spingono alla spiaggia le sabbie, e ve le addensano: e perchè il mare non solamente nelle tempeste, ma ancora ne' suoi flussi ordinarj solleva le sabbie dal fondo; quindi ne nasce, che cospirando la direzione de' venti a trasportarle, e ammucchiarle sul lido, si protrae viepiù la spaggia, e il mare si va allontanando. Perchè poi i maggiori banchi d' arena si trovano alle imboccature de' fiumi Savio, Ronco, Lamone ec., e vi si stendono irregolarmente, massime sulla diritta, ne volle il Zendrini attribuire la loro continuazione al moto lento del mare, e alle torbide, e arene, che vi portano i fiumi medesimi. E finalmente, avendo visitato tutti i porti della Romagna, per sapere che circostanze si ricercassero alla maggiore loro sicurezza, e non avendo egli mai visto, che le arene de' fiumi si trasportassero lungo la spiaggia più di sei, o sette miglia; fissò tra le altre condizioni che il porto non dovesse avere alcun fiume torbido sopravvento, o sia alla sinistra per la distanza di sette in otto miglia.

La questione dei danni, che le torbide, e le arene de' fiumi possono cagionare ai porti di mare, è già stata trattata da Geminiano Montanari nel suo discorso sopra il mare Adriatico, coll' occasione del dubbio, che alcuni avevano allora, che le torbide della Piave vecchia venissero trasportate per nove, o dieci miglia Veneziane insino al porto di S. Niccolò. Sostenne quell' illustre filosofo, che il

trasporto delle torbide non poteva provenire d' altronde, che dalle correntie, o sia dal moto litorale, e radente, con cui entrando l' acqua continuamente per lo stretto di Gibilterra, e dal canto della Barberia, dopo di aver girato tutta quanta la circonferenza del mare superiore, e inferiore, cioè dell' Adriatico, e del Mediterraneo, esce poi dalla parte della Spagna. I marinari sino nel secolo decimosesto si accorsero di questo moto, per la diversità del tempo, che in parità de' venti, e delle altre circostanze impiegavasi nell' andare, e nel tornare da Corfù a Venezia, e di qui è incominciata la pratica di costeggiare le rive settentrionali del golfo nell' andare da Corfù a Venezia, e nel ritorno verso Corfù di costeggiare le rive meridionali lungo lo stato Ecclesiastico, e il regno di Napoli. Dal moto de' galleggianti si è poi ricavata la direzione precisa della correntía non solo nell' Adriatico ma ancora nel Mediterraneo. Colle osservazioni, che si sono fatte intorno allo stesso moto, determinò il Montanari, che la velocità della correntía non è che di tre, o quattro miglia in ventiquattr' ore: onde essendo la velocità delle acque de' fiumi di circa tre, o quattro miglia per ora, la proporzione delle due velocità sarà quella di uno a ventiquattro. Ancora più avanti il Montanari, e' ricavò da' suddetti principj, che erano necessarie tre condizioni per portare le torbide della Piave vecchia sino al porto di S. Niccolò: che le torbide stessero per istrada tre giorni intieri: che in tutti i tre giorni il mare stesse in fortuna, per modo che le torbide non potessero deporsi al fondo: che le tempeste del mare, e le piene del fiume fossero contemporanee. Le quali circostanze combinandosi insieme, troppo difficilmente concluse il Montanari, che le torbide de' fiumi non avevano alcuna parte nell' interramento di porti così lontani.

Ma intorno a questo particolare vi sono ancora altre cose da ponderarsi. Combinando il moto litorale del mare col moto di qualche fiume alla foce, egli è chiaro, che le acque del fiume devono prendere una media direzione, e rivolgere il loro corso alla destra, appunto come notò il Guglielmini nel corollario settimo della proposizione quarta del capo settimo. In questa maniera deviando il fiume, e la correntía dal loro primiero corso, e più la correntía del fiume, per essere in circa ventiquattro volte maggiore la velocità delle acque del fiume; il mare più a destra, tra il luogo della direzione composta di tutte le acque, e la spiaggia, resterà senza l' aiuto della correntía medesima, già rotta, e divertita. Però incominceranno a deporsi lungo la spiaggia le materie incorporate alle acque del mare, formando diversi scanni, o banchi d' arena, che anderanno a poco a poco, e continuatamente crescendo: e così il fiume trovando sempre maggiori impedimenti sulla diritta, si volgerà a poco a poco

dove avrà più libero il corso, e finalmente arriverà a stabilirsi tutto al contrario della direzione presa a principio, cioè piegandosi costantemente sulla sinistra della foce. Il Montanari osservò, che tali si mantengono appunto gli sbocchi del Tagliamento, della Piave, e degli altri fiumi dello stato Veneto. Il Zendrini nella Relazione citata aggiunse ancora l' esempio de' fiumi della Romagna, e nel capitolo primo dell' altra relazione sopra il porto di Viareggio applicò le stesse dottrine a' fiumi del Mediterraneo, colla sola differenza, che essendo nel Mediterraneo più debole il flusso, e riflusso del mare, riesce più sensibile il moto litorale, e si lasciano per lungo tratto assai più copiose deposizioni sulla diritta, senza punto vedersene alla sinistra.

Da queste generali teorie passando poscia il Zendrini ad alcuni casi particolari, e trattando di provvedere di un porto la città di Ravenna, propose di aprirlo alla foce, dove allora sboccavano in mare il Ronco, ed il Montone, e d' onde rimaneva lontano il Lamone poco meno di otto miglia. E in tale distanza non avendo nulla a temere dalle torbide del Lamone, e del Primaro, per prevenire ancora tutti gli altri inconvenienti propose il Zendrini di escavare il letto vecchio del Ronco per la larghezza di trenta piedi, e di formarvi il Canal naviglio, riunendo le acque chiare de' mulini collo scolo della città, e si persuase di poter avere in questa maniera un corpo d' acqua bastante a sgombrare, e rintuzzare le sabbie trasportate da' venti, e dal mare. Simili provvidenze universalmente sono ottime, ed io avrei voluto, che ancora Pisa seguitando le stesse tracce, in vece di rialzare i muricciuoli d' Arno per contenere le piene, che riescono sempre più alte per la soverchia larghezza, e tortuosità dell' ultimo tronco del fiume, e per i molti banchi d' arena, che vi si trovano, si fosse raddrizzata, e ristretta la foce, e accompagnata anche in mare con due palificate, siccome fino dal secolo passato avea proposto il sovraccitato Meyer. Le idee del Zendrini non sono state altrimenti seguitate a Ravenna, e in vece del Naviglio progettato s' è sostituito un cavamento nello stesso scolo della città, dilatandolo, e continuandolo sino alla Fossina, e procurando con lunghe linee palificate d' incassar le acque di questo stagno sino alla bocca, che non è molto lontana dal Lamone. In tale situazione, e con un corpo d' acqua sì piccolo non era da maravigliarsi, che non si potesse tener libero il porto dalle deposizioni del Lamone, e del mare. Vi sarebbero molte provvidenze da prendere per migliorare il presente porto di Ravenna, e la principale sarebbe quella di restituire il Lamone in Primaro. Ma non facendo ancora mutazione alcuna nel porto, e nel Lamone, egli è certo, che essendo la foce di Primaro più di sette miglia lontana dal suddetto porto, in caso vi corrano

uniti, e inalveati i torrenti del Bolognese, e della Romagna bassa, come si è detto sopra; tutte le loro torbide non renderanno di peggior condizione gli scoli, e il porto, e la navigazione di Ravenna.

DEI CANALI NAVIGABILI

DEL PADRE

DON PAOLO FRISI.

I. I canali navigabili sono alle nazioni mediterranee ciò ch'è alle nazioni marittime la scienza della marina. L'arte ha con essi provvisto alle maggiori difficoltà, che la distanza de' luoghi estremi, e la natura degl' intermedj opponevano agli aiuti reciprochi della società, e del commercio. Le grandi navigazioni, abbracciando tutto il globo, si stendono agli oggetti maggiori dell' opulenza, e del lusso. Le navigazioni dei piccoli canali servono a tutti i minori comodi, in tutti i tempi, e per qualunque ordine di persone. Le prime nell' ardua loro esecuzione ci presentano agli occhi uno degli sforzi più arditi dello spirito umano. Le seconde non potendo essere molto difficili ad eseguirsi, ricercano molte volte tutta la finezza, e l' industria dell' arte per essere preparate. Le nazioni più floride si sono sempre occupate di queste imprese, e con esse hanno divisi gli studj, e l' ozio della pace.

II. I Chinesi, nazione singolare, che ci hanno prevenuti di molti secoli nell' invenzione della stampa, della polvere, e della bussola, e che ci restano tuttavia tanto indietro nell' applicazione, e nell' uso, che hanno coltivato sempre l' astronomia, e la pittura senza mai farvi progresso alcuno, e che in vista degli studj maggiori impiegano ancora quasi tutta la vita nel meccanismo loro complicatissimo di leggere, e di scrivere; non hanno mai meritato tanto le prodighe lodi de' viaggiatori, quanto nella costruzione degli argini, ponti, e canali. Tra tutte le diramazioni d' acque, che servono alle ricchezze, ed ai comodi di un Impero così vasto, e popolato, quella, che può emulare le glorie dell' architettura Europea, è il grandioso canale, che congiugne i due fiumi Kiam, e Hoambo, e che continua la navigazione per più di trecento leghe da Canton sino a Pekino. Io qui suppongo di avere un lettor geografo, che riscontri subito sulle carte i nomi di tutti i luoghi.

III. I primi maestri delle scienze, gli artefici degli obelischi, gli antichi Egizj, che fecero tanto industriosamente servire le acque del Nilo alla fertilità delle loro campagne, ed alla comunicazione delle loro città, pensarono ad un progetto, che poteva cangiar faccia

all' Europa con avvicinarla alle Indie Orientali, e alla China. Incominciarono essi un canale, che dal golfo Arabico doveva portare sino alla città di Menfi, e così continuare la navigazione del Nilo, e del mare Mediterraneo. Strabone, Diodoro, Erodoto ne parlano chiaramente, ed i viaggiatori ne trovano ancora qualche vestigio. I Califfi riscossero il genio sopito della nazione nell' astronomia, nella geografia, e nella fisica: trattarono dell' unione dei due mari, ma non ne fecero avanzare i lavori.

IV. Il genio guerriero, e conquistatore degli antichi Romani non gli lasciò occupare di simili imprese in proporzione dei loro lumi, e della loro grandezza. Il progetto di Giulio Cesare di tirare una fossa da Roma a Terracina, la comunicazione di varj fiumi proposta nei tempi di Nerone, e le altre idee di Traiano, delle quali ci parla Plinio, non ebbero esecuzione. Non era gran cosa la fossa, con cui Caio Mario provvedeva dal Rodano il suo campo vicino ad Arles. Non abbiamo memorie del tempo, in cui fosse fatto il canale di Peterborough in Inghilterra. La Lombardia fu il teatro, su cui più si distinsero i Romani in questo genere di lavori. Il Mincio, che si univa col Tartaro, e con l' antica fossa Filistina, fu portato da Quinto Curio Ostilio a sboccare in Po. Emilio Scauro con alcune fosse navigabili asciugò le paludi di Parma, e di Piacenza. Augusto fece comunicare con un' altra fossa i diversi rami del Po, e i porti di Adria, e di Ravenna.

V. Anche i secoli oscuri ci hanno lasciato qualche monumento di questo genere. Odoacre diede il suo nome a una fossa, che dal fiume Montone portava al mare direttamente, prima di arrivare a Ravenna. I Mori aprirono un canale assai più grandioso dalla città di Granata al fiume Guadiana, ora Quadalquivir. Carlo Magno nella vastità delle sue spedizioni abbracciò ancora il progetto di unire il Meno, e il Reno col Danubio, e l' Oceano col Mar Nero: e fece anzi incominciare il canale, che dovea congiugnere l' Almutz, uno degl' influenti del Danubio, col Redits, che va poi a scaricarsi nel Meno. I due canali, che formano la comunicazione del Tesino coll' Adda, e che si uniscono insieme a Milano, sono l' opera più compita, e più illustre, che l' architettura Idraulica abbia lasciato prima del risorgimento delle arti, e delle scienze.

VI. Il Tesino esce dal lago Verbano, oggi detto maggiore, e variamente serpeggiando, e diramandosi in un' ampia valle, e poi tornando ad unir le sue acque in un alveo solo, entra nel Po non molto lontano da Pavia. La navigazione vi è libera dappertutto, quantunque riesca molto difficile in alcuni luoghi, e massime al passo precipitoso, che volgarmente chiamasi del Pan perduto. Inferiormente a quel passo è derivato dal Tesino il canale del Naviglio, che

arriva sino a Milano, e che nel luogo di Abbiate diramasi in un altro Naviglio, detto di Bereguardo, e torna verso il Tesino. Tutta la lunghezza del cavo è di circa trentadue miglia d'Italia: e la larghezza all'imboccatura è di 70 braccia di Milano, che si va poi ristringendo gradatamente nelle parti inferiori, sino alla larghezza di braccia 25. Il braccio di Milano è al piede di Parigi prossimamente come 11 a 6.

VII. L'Adda uscendo dal lago Lario, oggi detto di Como, forma coll' espansione delle sue acque prima il lago di Lecco, e poi il piccolo lago di Olginate: e poco sotto ha una caduta precipitosa, volgarmente chiamata Ravia, passo il più pericoloso, e difficile per la navigazione. Mancando in seguito la caduta si sostengono le acque con una chiusa nella larghezza di 125 braccia, e formano il laghetto artificiale detto di Brivio. In distanza di circa dodici miglia dal lago di Como è talmente ristretto, tortuoso, e ripido il letto di tutto il fiume, che non è più navigabile in maniera alcuna per cinque, o sei altre miglia sino al castello di Trezzo. Ivi si deriva dall' Adda un altro canale navigabile, che dalla provincia, per cui passa, è denominato il Naviglio della Martesana. La Lunghezza del canale è di miglia ventiquattro, e la larghezza ragguagliata di circa braccia 18. Nel luogo di Cassano si deriva pure dall' Adda il secondo canale della Muzza, che colle tante sue diramazioni bagna, e arricchisce tutte le pianure del Lodigiano.

VIII. Per quanto dice il Sigonio nel libro decimoquarto del regno d'Italia all' anno 1179, pare che il tronco superiore del primo Naviglio, dal Tesino al luogo di Abbiate, fosse già fatto più anticamente dai Pavesi per irrigare le vicine loro campagne. Secondo il Corio la continuazione dello stesso cavo da Abbiate sino a Milano fu principiata nel 1177, quindici anni dopo la demolizione, o, come volgarmente credesi, la distruzione della città, fatta da Federigo Enobardo. Essendo assai chiara la testimonianza del Corio, il primo tra tutti gli storici Milanesi, pare che quanto leggesi nella Cronica del Bossi all' anno 1257, e quanto poi dice il Giovio dei tempi di Martino Torriano, e ciò ancora che aggiugne il Corio medesimo all' anno 1272 delle disposizioni prese sotto Nappo Torriano, e Ottone Visconti per escavare la bocca del Naviglio, e per condurlo comodamente in città, pare, dico, che abbia ad intendersi non del principio, ma della continuazione, e del compimento di tutta l'opera.

IX. È un errore di quasi tutti gli scrittori massime oltremontani, che il Naviglio della Martesana sia opera di Leonardo da Vinci, e sia del tempo di Lodovico XII, e Francesco primo. Quel Naviglio fu fatto nel 1460 sotto il Duca Francesco Sforza, come ci attesta Pietro Candido Decembrio da Vigevano, autore contemporaneo, e come

si può vedere nel tomo ventesimo degli scrittori delle cose Italiane alla colonna 1046. L' immortale Leonardo non fece che unire insieme i due Navigli sul fine dello stesso secolo. Nella prima construzione, il Naviglio della Martesana era più scarso d' acque, e non serviva alla navigazione che per due soli giorni la settimana, quando si tenevano chiuse le bocche d' irrigazione. Nell' anno 1573, sotto il governo del Duca di Alburquerque, vi fu accresciuto il corpo d' acqua, e fu ridotto tutto il canale alla forma presente, come si può vedere nella Relazione stampata dal Settala.

X. Io non getto mai gli occhi sopra questi Navigli senza un intimo sentimento di stima verso quegl' illustri Architetti, che vi seppero vincere tante difficoltà. Tutti e due hanno avuto bisogno all' imboccatura di grandiosi lavori, che obbligassero le acque ad entrarvi costantemente, ed hanno in seguito abbisognato di molti emissarj, che scaricassero le acque sovrabbondanti nelle piene del Tesino, e dell' Adda, e di alcuni torrentelli, che vi entrano a foce aperta. Il primo Naviglio è sostenuto per lo spazio di due miglia con un argine di pietra, e per molte altre miglia s' è dovuto scavare in una costa molto alta. Il secondo s' è dovuto condurre per cinque miglia sopra una costa, tagliata in diversi luoghi nel sasso, e s' è dovuto sostenere sulla sinistra con un argine di pietra, e di terra, sino all' altezza di 40, e più braccia sopra il fondo dell' Adda, che scorre a lato con una caduta precipitosa. È convenuto inoltre farlo passare sopra il torrente Molgora con un ponte di tre volte di pietra, e lasciarlo attraversare dal fiume Lambro, ch' entra, e sorte dal Naviglio con tutte le sue piene.

XI. Ma per quanto utili e grandi siano state queste opere sino dal loro principio, la navigazione però è restata molto imperfetta sino all' invenzione dei sostegni, che noi volgarmente chiamiamo conche e che i Francesi chiamano *Sas*. Gli antichi aveano la maniera di moderare la soverchia pendenza de' fiumi, e di mantenervi la necessaria quantità d' acqua per mezzo di certe chiuse, che si potevano poi riaprire nel caso di lasciarvi passar le barche. Il Belidor ce ne ha data la descrizione nel capo terzo del libro quarto della sua Architettura Idraulica. Pare che fossero dello stesso genere le due chiuse fatte a Governolo negli anni 1198, e 1394, per sostenere dalla parte di Mantova le acque del Mincio. I Chinesi facendo comunicare insieme dei fiumi di livello assai differente, ne sostengono i letti con delle robuste chiuse, e vi formano delle grandi cascate d' acqua, e sono poi abbastanza provvisti di macchine per tirarvi sopra le barche.

XII. Le chiuse dei Chinesi rendono la navigazione troppo difficile, e incomoda: e quelle dei nostri antichi non possono bastare nei

luoghi di maggiore caduta, e quando si tratti di portare le barche da un canale in un altro di molto maggiore elevazione. Il raddoppiamento delle porte, e il meccanismo di alzare, o di abbassare nel loro circondario il livello dell'acqua, è stata l'epoca dell'ultima perfezione, a cui si è portata in Europa l'arte di navigare i fiumi, e i canali. Poichè aprendo le porte inferiori, e facendo entrare le barche tra le inferiori, e le superiori, e poi chiudendo quelle, e riaprendo gli scaricatori, e gli uscioli di queste, si fa alzare gradatamente il livello dell'acqua, sino a potere aprire le porte superiori, e passare nel canale, ch'è più elevato. Colla stessa facilità, maneggiando le porte al contrario, si può ritornare nel canale più basso, e così l'acqua nel circondario si riduce come si vuole al livello dei due canali. La differenza delle altezze massima, e minima si chiama la caduta del sostegno.

XIII. I sostegni furono ideati, e messi in opera per la prima volta sulla Brenta vicino a Padova, l'anno 1481, da due Ingegneri di Viterbo, la memoria dei quali ci è conservata dal Zendrini nel capitolo duodecimo della sua Opera sopra le acque correnti. Leonardo da Vinci approfittò subito di questa grande invenzione per unire insieme i due canali di Milano, e colla fabbrica di sei sostegni, di circa diciassette piedi di caduta fra tutti, rese libera, e facile la navigazione dall'uno all'altro. Tutta l'opera fu terminata nel 1497 sotto Lodovico il Moro, come costa dall'inscrizione posta di franco all'ultimo sostegno, in cui leggiamo: *Cataractam in clivio extructam ut per inaequale solum ad urbis commoditatem ultro citroque naves comearent . . . anno* 1497. L'invenzione dei sostegni ha pure fatto continuare la navigazione dei Navigli di Bologna, di Modena, e di tanti altri canali d'Italia: e sopra tutto nello Stato Veneto ha dato luogo al sistema di una generale, e benissimo intesa navigazione.

XIV. I primi sostegni, che siansi fabbricati in Francia, sono quelli del canale di Briara. Esso fu incominciato nei tempi di Enrico Quarto, e del Duca di Sully, e fu finito nei tempi di Lodovico XIII. e del Cardinale di Richelieu. La lunghezza del canale era di undici leghe di Francia, e portava dalla Loire nella Loing, uno degl'influenti della Senna. Nel regno di Lodovico XIV. fu tirato un altro canale dalla Loire vicino ad Orleans, sino ad incontrare il primo canale di Briara vicino a Montargis. E perchè la Loing in tempo di estate è troppo scarsa d'acque per una comoda navigazione, nella minorità di Lodovico XV. fu preso il partito di costeggiarla con un altro canale, ch'è propriamente una continuazione dell'antico canale di Briara, sino in vicinanza alla Senna. In tutto quel canale si trovano 42 sostegni, e 20 nell'altro di Orleans. Nel regno di Lodovico XV. e sotto agli occhi del celebre Belidor, fu fatto ancora il

canale di Picardia, per cui la Somme si unisce all'Orse, che si getta poi nella Senna cinque miglia lontano da Parigi.

XV. L'arte non si è mai tanto raffinata quanto nel famoso canale, che in Linguadoca forma la comunicazione del mare Mediterraneo colla Garonna, e coll'Oceano. Le barche in undici giorni si possono passare da un mare all'altro, attraversando valli, e montagne, e salendo sino all'altezza di seicento piedi sopra il livello dei due mari. I porti di Bourdeaux, e di Marsilia declinano così il giro di più di ottocento leghe per comunicare insieme tra loro. Quella grand'opera, progettata sotto tre altri Re, fu poi condotta a termine nel regno di Lodovico XIV. col lavoro di anni quattordici, e colla spesa di undici milioni di franchi, oltre la spesa di altri due, che importò il risarcimento del porto di Cette. Andreosi fu quello, che ne diede l'Idea, e Riquet ne diresse quasi tutta l'esecuzione; e v'incominciò a metter mano nel 1666.

XVI. Il canale principia da un lago di circa quattro miglia di giro, e di ottanta piedi di profondità, che raccogliendo le acque del Monte Nero, le fa passare a Naurosa in una gran vasca, lunga 200 tese, e larga 150. Di là si distribuiscono le acque alla diritta sino ad incontrare la Garonna presso Tolosa, e alla sinistra sino al lago di Thau, che arriva vicino al porto di Cette. La larghezza del canale è di piedi 30, e tutta la lunghezza è di tese 125680, che fanno leghe 58 ½ di Francia. Per quasi la sesta parte il canale è tirato sulle montagne scavate profondamente, e al luogo detto il Malpasso attraversa la roccia, scavata a forma di volta, per la lunghezza di ottanta tese, con quattro di larghezza, e quattro e mezzo di altezza. Vi sono cento grandi sostegni, e moltissimi ponti, e acquedotti. Vi si sono anche intrecciati lateralmente alcuni altri canali secondarj, che rendono più steso, e più facile il commercio intorno delle provincie meridionali della Francia.

XVII. La perfezione del canale si deve al Maresciallo di Vauban, uomo, che rese utili a 333 piazze le idee sino a suoi tempi sterilmente sparse nei libri degli Autori Italiani, e che era egualmente grande negli studj della guerra, e della pace. Nella prima costruzione del cave avea mancato essenzialmente il Riquet lasciandovi entrare varj torrenti, e non prendendo alcuna precauzione per le materie, che i torrenti, e le acque piovane avrebbero staccato dal dorso delle montagne. Nel termine di venti anni s'è interrata in gran parte la vasca di Naurosa, e il canale. Il Maresciallo di Vauban evitò con un nuovo canale di far passare le barche in quella vasca. Poi con sei ponti-canali, e con trentanove botti sotterranee deviò dal canale tutti gl'influenti, che vi avrebbero portato materie grosse. E finalmente vi aprì dappertutto le chiaviche opportune per

asciugare il canale tutte le volte, che fosse abbisognato di ripararlo. L' esempio è troppo luminoso per non essere ricordato negli altri casi consimili.

XVIII. L' unione fatta dal Czar Pietro dei mari Baltico, e Caspio, se non ha emulato il canale di Linguadoca nella finezza del lavoro, lo ha certamente avanzato nell' estensione della navigazione. Tutta l' opera adesso è finita, e il Maresciallo di Munich ebbe la gloria di avervi dato l' ultima mano. Le navi del mare Caspio rimontano il fiume Volga per lunghissimo tratto sopra Casan, e poi passano nel Tuertza, ch' è uno degl' influenti. Di là incomincia il canale, che porta nel fiume Sna, per cui si discende prima nel Mesta, indi nel Volkova, e in seguito nel canale lungo il Lago Ladoga, e finalmente nella Neva sino a Pietroburgo, ed al Baltico. Si è fatto pure comunicare con un altro canale il Volga col fiume Don, e col mar Nero. In Pollonia s' è aperta un' altra comunicazione del Baltico col mar Nero per mezzo del canale, che unisce la Vistola col Boristene.

XIX. L' unione dell' Oder, e della Spree è opera di Federigo Guglielmo, soprannominato il Grande Elettore. Il più antico canale delle Fiandre è quello, che da Bruxelles porta sino alla Schelda, ed è del principio del secolo passato. Il canale, per cui la Mosa comunica col Reno, fu cominciato nel 1626, e sarà sempre memorabile nelle Storie per la maniera, con cui il Marchese Spinola ne difese l' esecuzione. Il canale di Gand, e di Ostenda è lavoro del secolo presente. I fiumi dei paesi bassi non portando materie grosse, e non avendo molta pendenza, nè correndo in piano di livello assai differente, si possono più facilmente e navigare, e unire insieme, e diramare con molti altri canali navgabili. Ciò non ostante l' Olanda nella moltiplicità de' suoi canali presenta agli occhi del Filosofo viaggiattore uno spettacolo interessante, e singolare.

XX. Altri grandiosi progetti di questo genere tengono pure occupate presentemente le nazioni più colte, e più illuminate di Europa. In Francia si è proposto di unire la Senna all' Armançon, influente del fiume Yonne, e però di far comunicare insieme il Rodano colla Senna. Nelle Spagne alcuni Italiani hanno il merito di preparare la navigazione da Madrid sino ad Aranquez. In Irlanda si va sempre protraendo più in su nelle parti interiori del regno la navigazione del fiume Shennon. Nella Scozia dalla parte di Glaskow s' internano tanto i due mari di Levante, e Ponente, che lasciano un Istmo di poche leghe per passare da un seno all' altro. I fiumi ch' entrano nei due seni, possono render più facile la construzione di un canale navigabile, che risparmi il lungo, e pericoloso giro delle coste Settentrionali. Vi si sta travagliando attualmente.

XXI. In Inghilterra il Duca di Bridgewater ha lasciato in quest'

ultimi anni un monumento del Genio in quel canale che passa dalla città di Leverpool a Warington, e che poi, forando per lungo tratto una montagna, s'interna sino nelle miniere del carbon fossile di Manchester. L'esempio non poteva essere sterile nella patria di Elisabetta, e del Newton. La nazione, che con una gloriosa guerra si è resa padrona dei mari lontani, ha poi pensato nella pace di far comunicare più facilmente tra loro i mari vicini. S'è incominciato dalle parti di Congleton un canale, che deve unire il fiume Mersey col Trent, e coll'Humber. S'è già superata la principale difficoltà del progetto, ch'era quella di aprire a forma di volta uno spazioso foro in una montagna per la lunghezza di circa un miglio e un terzo. E perchè niente mancasse alla comunicazione interna del regno, s'è ancora pensato di unire il fiume Trent colla Severn, che si getta nel canale di Bristol.

XXII. Un progetto ancor più grandioso tiene adesso occupata la nazione più colta del Nord. Lo stretto del Sund diviene sempre più difficile in proporzione che si protraggono le spiagge, e che si alza il fondo del Baltico. Una libera comunicazione del Baltico coll'Oceano per le parti interne della Svezia sarebbe l'epoca del commercio ingrandito in quel florido regno. Interiormente s'incontrano i due vasti laghi Weter, e Wener. Dal primo si scende nel Baltico navigando il fiume Motala. Dal secondo esce a Wenersburgo il fiume Gotha, che a Gothenburgo si getta poi nell'Oceano. Se si potessero rendere comodamente navigabili quei due fiumi, e i due laghi si unissero con un canale navigabile, sarebbe poi facile di passare con un altro canale dal lago Wener nel lago Hielmer vicino ad Orebro: d'onde fu già aperto il passaggio a tempo di Carlo XI. nel lago Meler, che si stende fino a Stockolm. Una buona carta di Svezia farà subito riscontrare tutti quei luoghi.

XXIII. La maggiore difficoltà del progetto si è quella di rendere navigabile il fiume Gotha, poco sotto a Wenersburgo, nel passo terribile, che chiamasi di Trollhetta. Ivi tutto il letto del fiume è tanto irregolare, disparso, o piuttosto interrotto da grossi scogli, che dalla larghezza ordinaria di circa 600 piedi di Svezia, in tre differenti luoghi, si ristringe a poco più di piedi 100: ed avendo una pendenza di fondo considerabile, le acque ripercosse, e serrate da ogni parte vi formano tre cascate assai grandi. La totale caduta è di 113 $\frac{1}{3}$ piedi di Svezia nella lunghezza di circa 7000 piedi. Il piede di Svezia contiene dieci pollici, e linee 11 $\frac{3}{4}$ di quello di Parigi. Lo spirito umano non si è lasciato sgomentare dalla furia, e dall'impeto di un tal fiume. Sino dai tempi più antichi si cerca la maniera di avere nel passo di Trollhetta una navigazione libera, comoda, e perenne.

XXIV. Nei tempi di Gustavo Vasa, e di Enrico, e Giovanni suoi figliuoli, non si fece altro che pensarci, e discorrerne variamente. Sotto il terzo de' suoi figliuoli Carlo IX. s' incominciò a fare qualche cosa di più, e si sgombrarono gl' impedimenti del fondo nel luogo detto Carls-graf. Gustavo Adolfo, quasi sempre distratto fuori del regno, non ebbe tempo di occuparsi dello stesso progetto. La sua figlia Cristina se ne occupò moltissimo; ma credendo quel passo impraticabile, ne fece cercare un altro, che potesse riuscire d' una più facile navigazione. Carlo Gustavo s' impiegò tutto nelle guerre contro la Danimarca, e la Pollonia. Carlo XI. disperando di poter navigare il fiume Gotha, e trovando troppo dispendioso il cammino progettato nei tempi della Regina Cristina, ne fece cercare un terzo, che si trovò egualmente impraticabile. Carlo XII. accostumato a vincere tutti i maggiori ostacoli, chiamò nel 1716 il celebre Polheim, e poco dopo segnò con lui tutte le condizioni, colle quali nel termine di cinque anni si doveva rendere navigabile il passo di Trollhetta, e aprire un passaggio libero dal Baltico nell' Oceano. L' esecuzione accompagnava sempre gli ordini di quel Principe intraprendente, e deciso. Si ammassarono subito i materiali, e si fabbricò ancora la prima chiusa un mezzo miglio sopra Trollhetta. La morte del Re fece rivolgere altrove le viste, e l' attenzione del pubblico.

XXV. Dopo il 1751 fu ripigliato con differenti misure tutto il progetto. Si pensò allora di distribuire tutta la caduta di piedi 113 $\frac{1}{3}$ in tre soli sostegni, il primo di 28, il secondo di 52, e il terzo di 33 $\frac{1}{3}$ piedi d' altezza. Si dovevano essi fabbricare di fianco alle tre cascate, e la larghezza di ciascuno dovea essere di 18 piedi, nella lunghezza di 72. Il lavoro riuscì assai bene sinchè si venne ad attraversare con una pescaia il seno dell' ultima cascata per farvi stagnar l' acqua al disopra. L' impeto, con cui tutto il fiume vi si precipita, avea impedito di ben riconoscervi il fondo. Dalla natura delle montagne vicine erasi congetturato che il fondo fosse di roccia: e si era inoltre supposto, che vi potessero essere al più dieci piedi d' acqua. Si sbagliò e nell' una, e nell' altra supposizione. La profondità dell' acqua era almeno di 20, o 25 piedi, e il fondo era composto di pietre grosse, e staccate, che resero inutili tutti gli sforzi dell' arte per assodarle. I cassoni di pietre, quantunque legati insieme con ferri di quattro pollici di grossezza, e attaccati con grossi pali ai due fianchi delle montagne, furono sciolti, e dispersi dall' impeto della corrente, e così fu rovesciato tutto il lavoro.

XXVI. La somma di 25000 zecchini annualmente assegnati dall' ultima dieta a questa grande intrapresa, l' hanno fatta ripigliare con tutti i fondamenti d' un miglior esito. S' è ora abbracciato il partito di declinare tutto il passo pericoloso con un ramo perenne d' acqua

che esca, e rientri nel fiume Gotha. La lunghezza del canale dev'essere di piedi 8240 all'incirca, e la caduta totale di piedi 113 $\frac{1}{3}$ vi si deve distribuire negli ultimi 3000 piedi, con sette sostegni di 36 piedi di larghezza nella lunghezza di 200. Il primo sostegno dev'essere alto piedi 17 $\frac{1}{3}$, e gli altri 16: il primo isolato, e i quattro susseguenti contigui, come pure gli ultimi due. Tra il quinto, e sesto sostegno sarà difeso il canale con un buon argine da tutte le escrescenze del fiume. Vi sarà pure un ampio scaricatore quasi di mezzo tra il primo sostegno, e l'imboccatura: ed all'imboccatura vi saranno due porte per asciugare il canale quando facesse di bisogno. La mappa qui annessa ne presenterà agli occhi la traccia, e le principali difficoltà, di sostenerlo in un marazzo per più di 800. piedi, e di scavarlo nella roccia in quattro differenti luoghi, in tutto per poco meno di piedi 2000.

XXVII. Dopo che il Re Francesco nel 1516 donò alla città di Milano cinque mila ducati d'oro per la costruzione di qualche Naviglio, vi si agitò un altro progetto, che avea qualche analogia col canale di Trollhetta. Il Naviglio, che si deriva dal Tesino, continua la navigazione col tronco superiore, e inferiore di quel fiume, sino al lago Maggiore da una parte, e dall'altra sino al Po, e sino al mare come si è detto nel paragrafo VI. Ma il Naviglio della Martesana tiene ad un tronco d'Adda così ripido di fondo, e irregolare per poco più di sei miglia, che non vi si può rimontare sino all'altro superior tronco del fiume, e sino al lago di Brivio, dove l'Adda ritorna ad essere navigabile sino al lago di Como, come si è detto nel paragrafo VII. La natura di un grosso fiume, che scorre irregolarmente, e con declive assai grande tra le montagne, non arrivò a sgomentare il coraggio degli antichi Architetti. Il Pagnani in un suo libretto ci ha lasciato tutto il dettaglio del progetto, che nel 1519, e dopo una pubblica visita fu concertato tra i due ingegneri Massaglia, e della Valle.

XXVIII. E in primo luogo non fecero essi difficoltà alcuna di levare certi gran massi, che interrompono la navigazione dell'Adda nei contorni del castello di Trezzo. Nel qual caso però, e in altri casi consimili bisognerebbe aver l'importante avvertenza di levare unicamente quel tanto, che può impedire la navigazione, senza sgombrare maggiormente l'alveo, e rendere il corso del fiume libero più del bisogno. Mentre generalmente le scogliere, ed i sassi, che interrompono il corso dei fiumi, fanno come le veci di tante pescaie naturali, rallentando il corso delle acque, e tenendo indietro le ghiaie, e le altre materie più grosse. Sgombrato l'alveo d'ogni imbarazzo, e resa così maggiore la forza, e l'impeto del fiume, deve farsi maggiore la quantità delle ghiaie, che si trasporta nelle parti

inferiori. Ho spiegato abbastanza questi principj nel primo libro su i fiumi, e gli ho inoltre illustrati coll' esempio delle variazioni seguite in questo secolo nell' Arno, e nel Reno. La gelosia, con cui devono riguardarsi i canali inferiori d' irrigazione, giustificherà sempre tutte le cautele suggerite per impedire il maggior precipizio delle ghiaie, che l' Adda porta giù in tanta copia nelle sue piene.

XXIX. Tolti gl' impedimenti delle scogliere, si potrebbe rimontar l' Adda per cinque miglia al disopra dell' imboccatura del Naviglio della Martesana. E così tutta la difficoltà principale di continuare da quella parte la navigazione sino al lago di Como si ridurrebbe al solo tratto più piccolo di braccia 4280, che s' incontra superiormente. Ivi tutto l' alveo del fiume è tanto irregolare, rapido, e sparso di grossi scogli, che non vi si potrebbe passare senza pericolo. Secondo le antiche livellazioni che abbiamo, in tutto quel tratto di 4280 braccia di Milano, che fanno circa 8577 piedi di Svezia, la caduta totale è di braccia 46, che fanno piedi di Svezia 92 $\frac{1}{5}$. Qui adunque la difficoltà principale è di poter distribuire 92 $\frac{1}{5}$ piedi di altezza nella lunghezza di 8577, come nel canale di Svezia, e nel già descritto passo di Trollhetta, si tratta di distribuire 113 $\frac{1}{3}$ in 8240 piedi.

XXX. Quei primi ingegneri disperando di navigare con qualunque aiuto dell' arte dentro l' alveo del fiume in un passo di tal natura, proposero di derivarvi un ramo perenne d' acqua, scavando nella piccola valle, che resta contigua all' Adda sulla diritta, e che chiamasi della Rocchetta, un canale di braccia 18, e obbligando l' acqua ad entrarvi con una robusta chiusa di sette braccia d' altezza, intestata ai tre scogli, che portano il nome di tre corni. Il piano della valle della Rocchetta è disposto in maniera, che per le prime braccia 3220, scendendo all' ingiù, tutto il canale resterebbe incassato fra terra. Nelle altre braccia 1060 il piano del terreno resta più basso ragguagliatamente di braccia 18, ed ha poi la discesa di altre braccia 28 per passare sino al fondo dell' Adda. Il Massaglia, e della Valle proposero di mettere quattro conche di braccia 4½ ciascuna per togliere la caduta dei primi due piani, e per non aver bisogno di arginare il canale in tutto il tratto delle ultime braccia 1060: e proposero inoltre di scendere nell' Adda con altre sei conche di uguale altezza.

XXXI. L' ingegnere Meda sul fine del secolo decimosesto, quando trattavasi di mettere la mano all' opera, volle sostituire alle dieci due sole conche, l' una di 30, e l' altra di 15 braccia in circa di altezza. Onde qui successe il contrario di ciò, che si è progettato nel canale di Svezia, dove essendosi cominciato dai progetti delle conche più alte si prese poscia il partito di più tosto moltiplicarle, e così

diminuirle di altezza. I muri delle due conche dell' Adda furono poi fabbricati pochi anni dopo coll' assistenza dell' ingegnere Barca. Fu pure fatto lo scavo nella maniera, che trovasi presentemente: e secondo alcune carte, che ho visto, fu fatta ancora la chiusa attraverso al letto del fiume. Non ho trovato memoria alcuna dell' accidente, per cui sia rovinata la chiusa, e restato inutile il cavo. Ma dopo di avere riconosciuto il luogo da me medesimo, mi sono immaginato cosa probabilmente possa esservi accaduto.

XXXII. Il terreno di que' contorni è un composto di ghiaia, arena, e terra. Sotto il piano delle campagne circonvicine, e sulle coste dei monti, tra i quali scorre incassata l' Adda, non è più così sciolto il terreno, e incomincia ad avervi qualche consistenza: e poi nel letto del fiume forma una specie di tufo, di durezza non molto grande, e disuguale, che volgarmente chiamasi morogna. Essendo da principio assai ristretta la valle della Rocchetta, non è stato possibile di allontanare il cavo dall' Adda per più centinaia di braccia sotto all' incile: e dovendo tenersi il cavo prossimamente orizzontale per la commodità della navigazione, è convenuto ancora tenerlo gradatamente sempre più alto sopra il fondo assai declive dell' Adda contigua. Ciò posto ogni fenditura, che siasi casualmente aperta nella ripa sinistra, o nel fondo del canale, dovea ben presto allargarsi dall' impeto delle acque, che aveano di fianco una caduta precipitosa nel fiume. Però io credo che appunto in questa maniera si sia formata la profonda, e spaziosa buca, che trovasi poco sotto all' imboccatura del cavo: onde versandosi le acque nell' Adda sia convenuto di prevenire gl' inconvenienti delle piene con demolire la chiusa, e rimettere il fiume nel primiero suo stato.

XXXIII. Ho avuto sotto gli occhi miei proprj un accidente consimile alcuni anni fa nel Naviglio di Bologna. S' erano le acque aperto il passaggio attraverso del duro tufo, in cui è scavato l' incile del Naviglio, poco sotto la chiusa di Casalecchio. Onde avendo le acque medesime una caduta assai grande sopra il fondo del Reno contiguo, in poco tempo allargarono moltissimo la rottura, ed avrebbero fatto perdere la navigazione, se non si fosse subito con molta spesa, e con un doppio muro di pietre, e di pozzolana riparato tutto il disordine. E però nel caso proposto, e in tutti gli altri casi consimili di dover preparare uno scavo orizzontale in un terreno poco consistente, e di fianco ad un fiume di molta pendenza, la sicurezza dell' impresa ricercherebbe, che la sponda contigua del canale fosse continuamente sostenuta con un robusto argine di pietra: appunto come fu fatto nei primi tronchi dei due Navigli di Milano.

XXXIV. Il Pagnani nel libretto citato ci ha inoltre lasciato la memoria delle livellazioni, e delle altre perizie fatte dagli antichi

Ingegneri per vedere se in Lombardia vi fossero da proporre degli altri canali navigabili, e sopra tutto se fosse possibile di unire il lago di Como coi laghi circonvicini. E in primo luogo trovarono essi, che il pelo del lago di Como è 48 braccia più basso del pelo del lago di Civate, 62 di quello di Pusiano, e circa 200 di quello del lago di Lugano. Di più i due laghi di Como, e di Lugano, dove si accostano più da vicino, verso il luogo di Porlezza restano divisi da una costa molto alta di miglia sei, che renderebbe troppo ardua l'impresa di aprirvi un canale navigabile, ancora indipendentemente dalla grande diversità de' livelli. La carta generale della Lombardia farà subito riscontrare tutti quei luoghi, senza che vi sia qui bisogno di aggiugnere delle altre mappe particolari.

XXXV. Gl'Ingegneri medesimi trovarono impraticabile il progetto di tirare un Naviglio dal lago di Lugano per la valle del fiume Olona sino a Milano. Ma sarebbe bensì possibile di rendere navigabile l'Olona disotto al luogo di Tredate; quando nell'ultimo tronco si volesse sostener l'acqua colle conche opportune, e i mulini superiori fossero disposti in maniera da non interrompere l'alveo del fiume. Nel progetto di navigare la Tresa, ch'è l'emissario del lago di Lugano nel lago Maggiore, trovarono quegl'Ingegneri le difficoltà della scarsezza d'acqua, e della soverchia caduta della Tresa: al che si potrebbe anche aggiugnere che vi cadono dentro varj torrentelli, e vi portano dei sassi, e delle ghiaie. Ma è cosa ben singolare che non abbiano essi pensato ad un altro progetto, che sarebbe di esecuzione assai facile, e di grandissimo comodo, e utilità, di rendere navigabile la Boza, ch'è l'emissario, per cui il piccolo lago di Varese comunica col lago Maggiore.

XXXVI. È molto più antico il progetto di tirare un canale navigabile da Milano a Pavia. Sarebbe questa la strada più breve di unire i due Navigli di Milano col Tesino, col Po, e col mare. Galeazzo Visconti, padre di Azzone, ne fece incominciare lo scavo. Furono poi anche piantati i muri di un grandioso sostegno nella maniera che vedesi presentemente. Nel 1564 si trattò lungamente di terminare tutto il lavoro, e si credette che non potesse riuscire d'una spesa eccessiva, e che volendo dare ai sostegni l'altezza ordinaria, non ve ne abbisognasse un gran numero. Poi se ne depose il pensiero, per la ragione principalmente, che il Naviglio di Bereguardo, quantunque non arrivi al Tesino, serva bastantemente al commercio delle due città di Milano, e di Pavia. Il Pagnani nello stesso libretto fece menzione di alcuni altri progetti dello stesso genere, che qui non occorre di riferire.

XXXVII. In Italia si trattò pure di un'altra grandiosa impresa di rendere navigabile il Tevere da Ponte nuovo sotto a Perugia fino alla

sbocco della Nera, dove comincia la navigazione più libera sino al mare. I Signori Bottari, e Manfredi, nella bellissima relazione della visita da loro fatta sul fiume Tevere l'anno 1732, fissarono come un principio d'esperienza, che per navigare comodamente qualunque fiume, massime contr' acqua, non vi vuole una caduta maggiore di tre palmi romani per miglio. Onde essendo la caduta del Tevere di otto, o nove palmi, credettero che malamente vi si potrebbero reggere le navi andando all'ingiù, e peggio ancora rimontando all'insù contro un corso sì rapido, principalmente in alcuni siti di maggiore pendenza, dove lo stesso fiume riuscirebbe sempre impraticabile. Inoltre rilevarono essi tutte le difficoltà, e i pericoli degli altri espedienti proposti, o di moderare la soverchia pendenza con alcune pescaie, o di levare a mano i sassi sciolti, e far saltare in aria colle mine gli scogli, che s' incontrano, o di mutare in alcuni luoghi, ristringere, allargare, correggere l'alveo del fiume.

XXXVIII. Rifiutati così i progetti di navigare il Tevere dentro il proprio alveo, si esaminò in quella relazione se si potesse tirar fuori dal fiume un canale in larghezza, e profondità di acqua sufficiente per navi di mole mediocre, e di carico proporzionato. Ma dopo di avere considerato la qualità del terreno, per cui si dovrebbe condurre il nuovo canale, i frequenti passaggi, che occorrerebbe di fare da una sponda all'altra del fiume, la quantità delle chiuse, e dei sostegni, che vi abbisognerebbero, e gli altri lavori necessarj per assicurare la navigazione dagl' inconvenienti, massime delle piene, conchiusero gli Autori medesimi di reputare malagevolissima una tale impresa, e di consigliar piuttosto a deporne l'idea, che ad intraprenderla. Il modo di rendere navigabile il Tevere dentro Roma fu poi esaminato, e proposto dall'ingegnere Chiesa nella Relazione stampata l'anno 1745.

XXXIX. Ma in quella prima Relazione Eustachio Manfredi ci lasciò scritte diverse cose, che possono servir di norma in tutti i casi consimili. Molti altri Autori trattarano ancora generalmente dei canali navigabili, e massime il Guglielmini nel capitolo duodecimo sopra la natura dei fiumi, e il Belidor nel libro quarto dell'architettura Idraulica. Ciò che ha scritto il Belidor nei primi paragrafi del capo settimo, e ciò che già abbiamo accennato nei paragrafi XXXII., e XXXIII. basta per dare i principali lumi intorno al meccanismo dell' attuale escavazione del canale. Per ridurre a' suoi principj la parte filosofica di tutta questa materia importantissima, parleremo gradatamente 1.° della derivazione del canale, 2.° della regolata quantità d'acqua, 3.° dell'espurgazione del fondo, 4.° della fabbrica dei sostegni, e 5.° della distribuzione delle pendenze.

XL. I canali navigabili, o si formano coll' unione delle acque

sorgenti, e piovane, o si derivano da qualche fiume. Nel primo caso, ch'è quello di alcuni canali di Francia, bisogna fare diverse considerazioni sulla natura delle sorgenti, e sulla quantità dell'evaporazione, e delle piogge, perchè non manchi la necessaria quantità d'acqua. Nel secondo caso, ch'è quello di quasi tutti gli altri canali, fa di bisogno ordinariamente di qualche chiusa, o pescaia, che attraversi il letto del fiume, e che obblighi una porzione delle sue acque ad imboccare constantemente l'incile. I fiumi che, o non sono tanto abbondanti d'acque, o che hanno il letto troppo libero, e largo, o che possono rivolgere qua e là il filone per qualche nuova deposizione di ghiaie, che in tempo delle piene si lasci da una parte o dall'altra, abbisognano di qualche freno, perchè somministrino sempre al canale l'acqua, che basta per la navigazione.

XLI. L'opera più grandiosa, che ho visto in questo genere, è la pescaia, con cui il Naviglio di Bologna si deriva dal Reno a Casalecchio. Anche il Naviglio della Martesana, e il canale della Muzza si derivano dall'Adda con altre grandiose chiuse. Ma il Naviglio grande di Milano incomincia senza l'aiuto delle solite pescaie, e va col suo fondo a spianarsi sul fondo istesso del Tesino. Quei primi Ingegneri non volendo interrompere con una chiusa la navigazione libera del fiume, trovarono la maniera di cavarne un ramo perenne d'acqua con un altro genere di lavori. Un fiume così rapido, e grande, e irregolare, come il Tesino, che negli altri luoghi superiori, e inferiori cangia spesse volte di letto, come sogliono far tutti i fiumi, che corrono in ghiaia, si mantiene incassato fra i suoi ripari, senza che manchi d'imboccare il Naviglio coll'ordinaria quantità d'acqua. Io ho avuto occasione di ritrovarmi varie volte in quel luogo ne' tempi delle massime piene, e mi ha fatto maraviglia il vedere con quale impeto, e furia siano que' lavori investiti dalla corrente.

XLII. Il così detto sperone, che difende, e assicura l'angolo della derivazione delle acque del Naviglio dal Tesino, ha sofferto anticamente grandissime mutazioni. Il Tesino qualche volta è entrato nel cavo con tutte le sue piene, e qualche volta lasciandovi delle grosse deposizioni di ghiaie vi ha fatto mancare la navigazione. Finalmente nell'anno 1585, dopo una gran piena seguita ai sette Agosto, scarseggiando di vettovaglie la città, col parere de' famosi ingegneri Bassi Pellegrini, e Meda, si è risarcito, e prolungato lo sperone fino alla forma presente, e si è munita superiormente la sponda diritta, e sinistra del Tesino nella maniera, che oggi si osserva; e che non occorre qui di descrivere. E quantunque il timore che il Tesino non si allontanasse troppo dal cavo abbia fatto altre volte pensare all'ardua impresa di raddrizzare, e cambiare il letto del fiume, l'esperienza delle cose passate basta ad assicurarci

che i lavori presenti possono ancora servire lungamente per l'avvenire.

XLIII. Ma negli altri casi ordinarj di derivare un ramo perenne d'acqua per continuarvi la navigazione, che appunto non è praticabile dentro l'alveo d'un fiume, bisognerà incominciare dal lavoro delle pescaie. Le regole generali di fabbricarle sono state ottimamente accennate dal sig. Bacialli in una dissertazione stampata nel tomo quarto dell' Accademia di Bologna. Nel caso nostro è inoltre necessario di avvertire che l'altezza della pescaia, e dell'acqua derivata nel cavo sia la minore che basti per gli usi della navigazione. E ciò non solo per dare una minore altezza ai sostegni, ma per diminuire ancora il tormento che i sostegni, e le ripe, e la pescaia medesima soffrirebbe da un maggior corpo d'acqua. È questa un'avvertenza importante, ma non è la sola che basti perchè i canali navigabili non vengano soverchiati dall' acqua nel tempo delle massime piene.

XLIV. Nel canale che a Pisa forma la comunicazionè del Serchio coll' Arno, e che si crede opera di Lorenzo degli Albizzi, ho visto con quali ordigni di cateratte fortissime, e facilmente mobili si sia provvisto a Ripafratta perchè le piene del Serchio, quantunque siano assai grosse, e sopravvengano in poche ore, non portino mai nel canale più acqua del bisogno. Ed era qui necessario tutto quel meccanismo, perchè il canale cammina per lungo tratto incassato, anzi sepolto fra terra, senza avere alcun emissario. In un canale, che portasse un maggior corpo d'acqua, o che dovesse continuarsi quasi nella direzione medesima del filone del fiume, come nel canale progettato nel tronco superiore dell' Adda, sarebbe inutile ogni lavoro, che si volesse opporre di fronte all' impeto delle piene. Onde il solo partito da prendere sarebbe quello di lasciar traboccare dalla sponda del canale nel fiume tutte le acque sovrabbondanti. E così appunto gli altri Navigli di Milano, avendo libera l'imboccatura, sono poi fiancheggiati per lungo tratto da un argine, per cui traboccano le acque, quando passano l' altezza ordinaria.

XLV. Ma ciò ancora non basterebbe per le acque, che fossero spinte più oltre dall' impeto, con cui entrano nel cavo, o che vi ricadessero dalle coste vicine, o vi fossero portate dagli altri influenti. È necessario in oltre di provvedere tutto il canale degli opportuni scaricatori. I Navigli nominati ne sono provvisti così bene, che tutte le piene del Tesino, e dell' Adda non vi potrebbero mai cagionare incomodo alcuno, se si facessero sempre giuocare a tempo le cateratte, e si levassero tutti gl' intoppi delle inferiori diramazioni. Particolarmente nel Naviglio della Martesana, e sopra, e sotto, e dirimpetto allo sbocco del Lambro sono con tant' arte disposti diciannove

scaricatori, che bastano non solamente per isfogare tutta una piena del Lambro, ma per levare ancora la metà in circa del Naviglio: acciocchè entrandovi poco sotto il torrente Seveso, la cui portata può valutarsi la metà in circa del Naviglio, non faccia che restituire il corpo d'acqua all' altezza ordinaria. Era pure destinato a tal fine l' antico scaricatore del luogo di Modrone, dove arriva il regurgito del Lambro, e dov' entra nel Naviglio il torrente detto la Molgoretta.

XLVI. Le piene dell' Adda ordinariamente sopravvengono nell' estate per le nevi sciolte su i monti. Il Seveso, il Lambro, e la Molgoretta, che non hanno un corso sì lungo, e non s' internano tanto fra i monti, ordinariamente si gonfiano d' estate per cagione dei temporali, e nell' autunno per le piogge dirotte. Per prevenire qualunque caso di piene contemporanee, e per supplire a qualunque difetto degli altri scaricatori, si è ottimamente provvisto che le acque sovrabbondanti, prima di entrare in Milano, per sei porte spaziose, e dalla sommità di un così detto travacatore, si vadano a scaricare nella fossa esteriore della città, che chiamasi Redefosso. Le acque del Redefosso, dopo varie diramazioni, vanno poi a finire o nel Lambro, o nel canale detto della Vecchiabbia, ch' è il più grande scaricatore delle acque de' due Navigli uniti insieme dentro il recinto della città. Il dettaglio delle medesime diramazioni non potrebbe interessar punto gli esteri, ed è abbastanza noto in Milano.

XLVII. Abbiamo delle osservazioni assai precise intorno alla cagione de' ringorghi di alcune piene, che hanno per lo addietro incomodato qualche quartiere della città. Poichè nell' anno *1761*, colle sole ordinarie diligenze di regolare, e aprire a tempo *gli scaricatori* di Loncesa, di Vaprio, e del Lambro, non è seguita inondazione nessuna, quantunque nei mesi di Maggio, e Giugno vi siano stati quaranta continui giorni di pioggia, e si siano avute due grandi piene di Lambro, e Seveso col divario di alcuni giorni tra l' una, e l' altra. Lo stesso è succeduto in tutta la primavera, e nell' estate *dell' anno* susseguente: e nel mese di Novembre essendo uscite le acque *del* Redefosso nel quartiere di Porta Tosa, s' è ritrovato che non erano aperti gli scaricatori del Lambro, e con aprirli s' è fatta cessar la piena. Queste sperienze fanno abbastanza sentire che quel quartiere può essere difeso da tutte le inondazioni quando al primo apparire della piena si faccia l' uso opportuno delle cateratte. Le inondazioni dell' altro quartiere di Porta Romana nascono dagl' interramenti del cavo, per cui il Redefosso si scarica nella Vecchiabbia, e dagli altri intoppi, che si sono frapposti al suo corso, e che non occorre qui di descrivere.

XLVIII. Avendo così provvisto i primi Ingegneri al caso di qualsivoglia escrescenza d' acque, pensarono ancora a tenere espurgate dalle

deposizioni delle ghiaie, e delle altre materie grosse i tronchi superiori dei due Navigli: ma per gl' interramenti del fondo nelle parti inferiori, e in tutto il recinto della città, non lasciarono essi altro rimedio fuorchè l' attuale escavazione. La scienza dei fiumi, e dei canali navigabili sarebbe molto più semplice, se le acque fossero sempre limpide, e chiare. Le materie, che corrono frammischiate insieme colle acque, vi formano le principali difficoltà. Nel caso nostro si è pensato più volte se si potesse provvedere in qualche altra maniera a questa parte della civile pulizia, evitando l' insalubrità, e l' incomodo di espurgare di quando in quando tutto il canale. È stato ancora proposto di lasciare aperti tutti i sostegni nei giorni festivi, nei quali cessano i lavori de' mulini, e poi di sconvolgere il fondo co' rastrelli, acciò le acque scorrendo velocemente nello scaricatore della Vecchiabbia, vi portassero tutte le loro torbide. Lo sconvolgimento del fondo non sarebbe così facilmente praticabile. Il ripiego più facile di lasciare aperti i sostegni forse non basterebbe per risparmiare gl' inconvenienti della manuale espurgazione.

IL. I primi due sostegni, che incontransi scendendo dal Naviglio della Martesana in città, sono distanti 500 braccia l' uno dall' altro. L' ultimo sostegno è distante più di 1500 braccia dallo scaricatore della Vecchiabbia: e inferiormente allo stesso scaricatore rimane ancora un altro ramo di Naviglio di braccia 3756 senza sostegno alcuno. Così quantunque lo scaricatore, e i sostegni abbiano la caduta ciascuno di qualche braccio, e la caduta totale sia molto considerabile da un capo all' altro della fossa inferiore della città, non è però distribuita uniformemente la caduta totale, e la fossa inferiore per lunghissimi tratti non ne partecipa in modo alcuno. Fatta adunque che fosse l' espurgazione di tutto il cavo, e lasciato il corso libero all' acqua, dovrebb' esso rallentarsi tra il primo, e secondo sostegno, e tra l' ultimo sostegno, e il canale della Vecchiabbia: e con ciò vi si ammucchierebbero le materie trasportate dai luoghi di maggiore caduta, e le acque formandosi un nuovo intoppo, perderebbero successivamente la forza di continuare a spingere le altre materie più avanti. Onde in questa maniera non potendosi evitare il bisogno della manuale escavazione, sarebbe forse un minimo partito quello di renderla molto più comoda, e facile coll' uso continuo di qualcuno di quegli stromenti, che bastano a conservare profondi e liberi tanti porti, e canali della Francia, e dell' Italia.

L. Nei tronchi superiori dei due Navigli, dov' entrano insieme colle acque, e sassi, e ghiaie in gran copia, s' è abbastanza provvisto all' espurgazione del fondo cogli opportuni scaricatori fatti a forma di paraporto. Chiamansi paraporti le chiaviche fabbricate nella sponda di un canale dalla parte del fiume principale, in tal maniera, che

le loro soglie restino notabilmente più basse del fondo del canale medesimo. Le acque che in questa sorte di fabbriche si lasciano di quando in quando precipitare nel fiume, acquistano una grandissima velocità, e accelerandosi quelle che si precipitano, per la naturale adesione, e tenacità delle parti si accelerano ancora le altre che seguono, e l' accelerazione si stende per qualche tratto all' insù: e così vengono a staccarsi dal fondo le materie più grosse, e l' escavazione si prolunga per qualche tratto al di sopra dei paraporti. Con più fabbriche di tal natura, fatte operare a tempo, e disposte in maniera tale, che dove finisce l' azione di una, ivi incominci l' azione dell' altra susseguente, si obbliga a rientrare nel fiume, dentro il minore spazio possibile, la ghiara entrata nel canale.

LI. Alcuni Autori hanno ancora pensato ad alcuni ripieghi per impedire che la ghiaia non entrasse altrimenti nel canale. Eustachio Manfredi trattando, come si è detto, di derivare dal Tevere un ramo perenne d' acqua a Ponte nuovo sotto Perugia, propose di farvi una chiusa di otto palmi Romani, che alzasse pure di otto palmi la superficie del fiume. Prescrisse in oltre che si tenesse la soglia dell' imboccatura del cavo cinque palmi Romani sotto la superficie rialzata del fiume, per avere nel cavo la profondità sufficiente di cinque palmi d' acqua, e perchè gli altri tre palmi d' eccesso servissero per assicurarsi che nel canale non entrasse breccia di sorte alcuna. Di più pensò egli al modo di fare che il fondo del fiume non venisse ad alzarsi sopra la chiusa: e credette che ciò si potesse facilmente ottenere, praticando tavoloni, fascine, ed altri simili ripari amovibili nel tempo delle piene. E finalmente in tutto il dettaglio del progetto ebbe tutte le avvertenze il Manfredi per deviare gl' influenti, che avessero a portar ghiaia nel canale, come ancora insegnò il Guglielmini nel capitolo duodecimo sopra le acque correnti.

LII. Il Belidor nel capitolo settimo del libro sopraccitato suggerì di ricevere le acque in qualche gran vasca, in cui potessero depositare le ghiaie, e le altre materie grosse prima d' entrare nel canale: il quale ripiego quantunque siasi praticato nel famoso canale di Linguadoca, porta sempre però con se un altr' opera di grande impegno, e non sarebbe mai applicabile al caso di derivare un ramo perenne d' acqua da un grosso fiume, che scorra tra le montagne, o che abbia ripe molto alte. Il ripiego poi del Manfredi dev' essere sempre inutile nei fiumi più rapidi di corso, e che portino una quantità grande di ghiaie, come il Reno, l' Adda, e il Tesino. Mentre, secondo alcune sperienze del p. Grandi, la gravità specifica della ghiaia nell' acqua sta alla gravità specifica dell' acqua istessa prossimamente come cinque a tre. Questa piccola differenza di densità, e di peso specifico è facilmente compensata dall' impeto trasversale delle

acque. E di qui nasce che le ghiaie anche più grosse tormentano spesse volte gli orli delle chiuse più alte, e traboccano ne' tronchi inferiori. In questi casi adunque il ripiego proposto non basterebbe perchè le ghiaie del fiume non fossero trasportate per lungo tratto nell' alveo del canale contiguo.

LIII. Il sig. Bacialli nella dissertazione già nominata, a fine di prevenire l' interramento del cavo, propose di aprire nella grossezza della chiusa, inferiormente al fondo dell' incile, alcuni scaricatori, che in tempo delle piene lasciassero passare liberamente le ghiaie, e le tenessero sempre dentro l' alveo del fiume. Il ripiego è stato praticato con buon successo nella chiusa di Casalecchio, e serve principalmente ad asciugare senz' altre macchine il canale di Reno tutte le volte, che occorre di doverlo espurgare. L' altezza di quella chiusa è di 26 piedi di Bologna. Ma in primo luogo sono pochi que' casi, nei quali o convenga, e si possa alzar tanto le chiuse, che sotto il piano del fondo del canale vi resti spazio bastante per varj scaricatori. E poi nella stessa chiusa di Casalecchio quantunque gli scaricatori smaltiscano una quantità grande di ghiaie, le lasciano però passare in buon numero dentro al Naviglio, e vi hanno bisogno dei paraporti per impedirvi il maggiore interramento del fondo.

LIV. Il Naviglio di Bologna ha sotto all' imboccatura a diverse distanze cinque diversivi sempre aperti a fior d' acqua, e sei paraporti, che si aprono in tempo delle piene. I diversivi lasciano ricadere nel Reno le acque, che passano l' altezza ordinaria dentro il canale. Le così dette saracinesche dei paraporti sono insieme, e cateratte, e diversivi: mentre coprono il fondo sino all' altezza degli altri diversivi murati, e poi aprendosi tutte nel tempo delle piene lasciano fare alle acque l' ufizio di tenere il fondo escavato bastantemente. Il Guglielmini nel capitolo duodecimo ci lasciò scritto che quantunque allora la ghiaia dentro l' alveo del Reno si stendesse per cinque miglia al disotto di Casalecchio, dentro il Naviglio però non arrivava che a poco più di un mezzo miglio: e che anzi si sarebbe potuta restringere a uno spazio minore se il luogo de' paraporti fosse stato meglio inteso a principio, e se si facessero essi operare più frequentemente, e in tempi più opportuni.

LV. Nel Naviglio della Martesana le ghiaie si avanzano sino a cinque, o sei miglia, e i paraporti sono così ben situati, che sogliono ordinariamente bastare a tenere espurgato il primo tronco, e l' imboccatura. Nell' altro Naviglio grande si stendono le ghiaie molto di più, e i paraporti sono tanto lontani dall' imboccatura, che qualche volta vi fa bisogno dell' arte, per rimediare agl' impedimenti, che la natura de' fiumi opporrebbe alla navigazione. Vicino all' incile della Muzza v' è uno scaricatore a fior d' acqua, e due miglia più sotto

vi sono due paraporti di dieci porte ciascuno. L'azione loro non si risente in tutto il tronco superiore, e molte volte vi fa bisogno della mano, e dell'arte per levare gli amassi di ghiaie, che di quando in quando v' impoveriscono il corpo d'acqua, e minacciano la fertilità artificiale del Lodigiano. Il Naviglio della Martesana, e quello di Bologna, come di un'epoca posteriore, hanno prevenuto nella costruzione loro gl' inconvenienti degli altri canali più antichi.

LVI. Nel caso di derivare dal tronco superiore dell' Adda un ramo perenne d' acqua, che vi potesse continuare la navigazione sino al lago di Lecco, come si è detto nel paragrafo XXX, e negli altri seguenti, nessuno dei ripieghi proposti nel paragrafo LI, e LIII. basterebbe per impedire che le ghiaie non si stendessero a tutta la lunghezza del canale. Sono ghiarose le campagne circonvicine, e le coste tra le quali corre incassata l' Adda. Il fondo dell' Adda è ghiaroso, quantunque in alcuni siti di maggiore pendenza non si lascino fermare le ghiaie, che vi ricadono dalle coste e dai luoghi superiori. L' acqua vi scende con un impeto straordinario, e andarebbe col suo filone a imboccare quasi direttamente l' incile del nuovo cavo. E poi se nel presente canale della Martesana, e nell' alveo dell' Adda si stendono tanto le ghiaie sotto la pescaia di Trezzo, certamente in un luogo di maggiore pendenza, e nella continuazione del filone istesso del fiume arriverebbero naturalmente le ghiaie alla distanza di un miglio, o di un miglio e un terzo, e in conseguenza si spanderebbero per tutto il cavo.

LVII. I diversivi sempre aperti a fior d' acqua, secondo il paragrafo XLIV, servirebbero a non lasciare soverchiar il canale nelle piene: e secondo il paragrafo L, i paraporti collocati opportunamente poco sotto all' imboccatura, e avanti il primo sostegno, servirebbero ad espurgare il fondo dalle ghiaie, e dalle altre materie grosse successivamente portate nelle piene. Ma ciò ancora non basterebbe per le ghiaie che arriverebbero sino alle porte, e superiori, e inferiori del sostegno. Mentre in primo luogo quand' anco il paraporto aperto immediatamente al di sopra fosse assai ampio, e avesse molta caduta, le acque uscendo si disporrebbero in una curva continua dall' imboccatura del cavo sino al paraporto: e così non avrebbero azione sopra l' angolo opposto, che resterebbe oltre la convessità della curva tra il sostegno, e la riva, dove per conseguenza si ammucchierebbero sempre le ghiaie. Poi, non potendo sempre restare aperto il paraporto, sarebbe facile il caso, che le materie grosse si deponessero in tutta la platea esteriore del sostegno, e v' impedissero la reciprocazione delle porte. E finalmente, per le ragioni accennate nel paragrafo LII, passerebbero spesso le materie medesime dalla platea esteriore nell' interiore, e vi raddoppierebbero il medesimo incomodo.

LVIII. Non è stato ancora considerato dagl' Idrometri il caso di dover collocare un sostegno in luoghi di ghiaie, e di altre materie grosse. I sostegni del Naviglio di Bologna, per quanto scrive il Masini, fatti nel 1493, restano in luoghi, dove arrivano solamente le materie più sottili. Nei sostegni, che furono terminati quattr' anni dopo a Milano, succede la stessa cosa. Anzi succede lo stesso in tutti gli altri più moderni sostegni della Lombardia, dello Stato Veneto, della Toscana, e di tutti i canali navigabili della Francia, e de' Paesi Bassi. E inoltre abbiamo l' esperienza continua degl' inconvenienti, e sconcerti, a cui soggiacciono questi edifizi per le sole torbide, che vi arrivano di sabbia fine, e di belletta. Il Guglielmini nel capitolo duodecimo già citato, e il Zendrini nel capitolo duodecimo sopra le acque correnti, trattando della fabbrica dei sostegni, avvisarono che nelle acque torbide hanno essi bisogno di star aperti di quando in quando per impedire i riempimenti. Gli sconcerti dovrebbero sempre crescere in proporzione della grossezza delle materie.

LIX. Ho inutilmente cercato per molto tempo la notizia di qualche sostegno fabbricato in luoghi ghiarosi, e che però potesse dar qualche lume. Un abilissimo, e illustre ingegnere pochi mesi fa mi ha informato di un sostegno posto sull' Indre nella Provincia del Berry, dove ancora seguita il fiume a portar ghiaie, e materie grosse: e mi ha inoltre spiegato l' artifizio, con cui si tiene espurgato il fondo, e si mantengono ufiziose le porte, ch' è di farvi passare, quando bisogna, le acque di un torrente vicino, e con esse portar fuori le ghiaie spinte successivamente dall' Indre nel circondario delle porte. L' esempio non può essere così facilmente imitato negli altri fiumi, e nei canali navigabili, che vi si dovessero derivare. Questo fatto però mi ha dato occasione di pensare a diversi espedienti, e ripieghi da prendersi nel caso di esporre la fabbrica di un sostegno al trabocco delle ghiaie. Il ripiego più naturale, e più semplice è il seguente.

LX. In primo luogo proporrei di aprire un ampio paraporto immediatamente sopra il sostegno. In secondo luogo, perchè l' azione del paraporto si stendesse sino all' angolo opposto, e perchè le ghiaie vi avessero per tutto il fondo della platea esteriore un richiamo più facile, vorrei che il fondo della platea medesima pendesse sensibilmente verso le bocche del paraporto. In terzo luogo, perchè nell' atto di aprirsi, e chiudersi continuamente il sostegno non così facilmente vi si dovessero sbalzar le ghiaie sin dentro il circondario, vorrei che la soglia dell' apertura delle prime porte si tenesse più alta di tutto il piano della platea esteriore, limitando l' alzamento al segno, che in tempo di magrezza non vi restasse interrotta la

navigazione. E finalmente per tenere espurgata la platea interiore dalle ghiaie, che vi cadessero di tanto in tanto, vorrei che anch'essa fosse tenuta sensibilmente inclinata, e che vi si aprisse, e si facesse operare a tempo un altro paraporto nell'angolo inferiore.

LXI. In questa maniera si potrebbe mantenere il sostegno sempre ufizioso, senza che vi fosse bisogno d'interrompere la navigazione per rimediare ai nuovi trabocchi delle ghiaie colla manuale escavazione. Ma nel caso accennato del canale da cavarsi dall'Adda, converrebbe inoltre abbandonare l'idea di quei grandiosi sostegni di 15, e 30 braccia di altezza, come s'è abbandonato in Svezia il progetto di un sostegno di piedi 52, che farebbero circa 26 braccia. Io non so con quale meccanismo si possano mai maneggiare i portelli di conche così smisurate, ne vedo come il fondo delle platee si possa facilmente assicurare dai gorghi, che vi farebbe nascere una colonna d'acqua di tant'altezza. Il Belidor nel capitolo ottavo del libro quarto, e il Zendrini nel capitolo duodecimo già citato, hanno abbastanza spiegate, e dettagliate tutte le regole pratiche, e le cautele, che devono avere gli artefici nella fabbrica delle platee, dei muri, e delle porte. Ma il Belidor ha espressamente notato nel capo terzo, che quando si abbia un'altezza maggiore di 12, o 13 piedi di Francia, è sempre meglio di moltiplicare i sostegni, e di tenerli uniti, e contigui per risparmiare così una mano di porte.

LXII. Tutti i sostegni di Briara, di Orleans, e di Linguadoca non passano gli otto piedi di altezza. Gli otto sostegni, che sono in vicinanza di Beziers, hanno insieme la caduta di undici tese, che sono piedi 8 $\frac{1}{4}$ per ciascheduno. Quelli del vecchio canale di Piccardia hanno dai 6 sino ai 13 piedi di altezza. Gli altri, che saranno construiti sopra il nuovo canale, e sulla navigazione della Schelda, saranno istessamente non maggiori di piedi 13. I maggiori sostegni de' Paesi Bassi sono quelli di Ostenda, e di Bouzingue. Il sostegno, per cui si passa dal canale d'Ypres in quello di Furnes vicino a Bouzingue, ha venti piedi di altezza, e di larghezza nella lunghezza di venti tese. Il signor Dubié nella costruzione di quell'edifizio ha fatto particolarmente brillare la sua abilità. Gli otto sostegni del naviglio di Bologna hanno tra tutti cinquanta piedi Bolognesi di altezza. I più alti sostegni d'Italia sono quelli che si trovano al Dolo sulla Brenta. Le porte della chiusa del Dolo sono alte sopra la platea dalla parte superiore piedi Veneti 21 $\frac{1}{2}$, e dalla parte inferiore piedi 18 $\frac{7}{12}$.

LXIII. Sul modello dei sotsegni già detti se ne potrebbero construire degli altri nel progetto accennato di voler continuare la navigazione nelle parti superiori dell'Adda. Potrebbesi dare all'ultimo la maggiore altezza, per esempio di braccia dieci, facendo servire nel construirlo i muri che son già fatti. Immediatamente al di sopra se

ne potrebbero fabbricare tre altri, tutti contigui, di circa otto braccia d' altezza per ciascuno. E finalmente 1060 braccia più sopra ne resterebbero da fare altri due, ciascuno di braccia sei, che togliessero insieme il rimanente della caduta, e provvedessero alla differenza dei due piani, nei quali si divide la piccola valle della Rocchetta, come si è detto nel paragrafo XXX. Le prime conche venendo all' ingiù si dovrebbero tenere più basse delle altre susseguenti, per maggiormente assicurarle dalla pressione, che sosterrebbero in tempo delle maggiori piene. A ciò unendo le altre avvertenze spiegate sopra, intorno alla fabbrica del primo sostegno, dei paraporti, e dei diversivi, credo che si darebbe al nuovo canale la migliore disposizione possibile.

LXIV. Nel progetto di derivare dal fiume Gotha un canale navigabile nella maniera, che già si è detto, non poteva essere immaginata meglio la forma, il luogo, e le dimensioni dei sette sostegni, nei quali s' ha da dividere gradatamente la caduta totale di $113\frac{1}{3}$ piedi di Svezia. La traccia di tutto il canale è quella che più si adatta alla topografia, ed alla fisica constituzione di luoghi tanto variamente difficili. La derivazione, e il ritorno nel fiume è fatta dove il suo corso resta talmente stabilito, e serrato tra le montagne, che non vi è da temere, che, volgendosi altrove, tronchi, o renda più incomoda la comunicazione superiore, o inferiore col cavo. Anche le due chiuse che uniscono l' isolotto Grefon al Melgon, e il Melgon alla sponda sinistra del fiume, e al labbro inferiore dell' incile, prendono una tanta parte del fiume, e per un giro così spazioso, che assicurano bastantemente all' incile la necessaria quantità d' acqua.

LXV. La natura di quel terreno non permette che vi si regoli la quantità istessa dell' acqua come negli altri Navigli di Milano, e di Bologna. Mentre dovendosi scavare l' incile, e il primo tronco del canale in una roccia molto alta, che lo dividerebbe dal fiume per più di 300 piedi, non sarebbe possibile di farvi traboccare dalle sponde le acque sovrabbondanti, o di aprire nella sponda medesima qualche diversivo a fior d' acqua. Il ripiego più naturale, e più semplice sarebbe quello di aprire in vece un ampio scaricatore subito dopo il tratto montuoso, dove il canale non si discosterebbe molto dal fiume. Il solo scaricatore, che ritrovo segnato nelle mappe, sarebbe troppo lontano dall' imboccatura del canale, e quantunque si facesse a forma di paraporto, ed avesse una caduta assai grande, non potrebbe esercitare azione alcuna nel primo, e superior tronco, nè per dar esito alle acque soverchie in tempo delle maggiori escrescenze, nè per tener espurgato il fondo dalle materie successivamente portate, e deposte dall' acque.

LXVI. Ma per ciò che appartiene alla regolata quantità d' acqua,

la particolare constituzione di quel canale darebbe luogo ad alcune altre provvidenze affatto particolari. Dando un' occhiata alla mappa, pare che tutto il tratto del fiume Gotha, che resta fra gl' isolotti Melgon, e Greſon, si possa considerare come il principio del canale. Mentre restando libero il corso del fiume sulla diritta, l' intreccio di quegl' isolotti, e delle chiuse già mentovate, deve fare ristagnar l' acqua sulla sinistra, insino al luogo dove una volta eravi l' altra cascata d' acqua detta Presteskedet. Parrebbe adunque che si potesse provvedere abbastanza agl' inconvenienti delle piene dando a quelle chiuse la sola altezza del corpo d' acqua, ch' è necessario per la navigazione, e facendole servire d' un continuato scaricatore, e d' un diversivo sempre aperto a fior d' acqua. Che se inoltre nella grossezza della pescaia, che unisce il Melgon al labbro inferiore dell' incile, si scavassero degli altri scaricatori, paraporti, e si facessero tutti operare a tempo, si potrebbe ancora espurgare il fondo superiore dalle materie, che col rallentamento del corso vi si dovrebbero necessariamente ammucchiare.

LXVII. Le materie frammischiate coll' acqua formano col progresso del tempo le più serie difficoltà dei canali navigabili. Non vi è diligenza, che possa dirsi inutilmente impiegata per prevenirle. Ma in tutti i casi particolari le semplici mappe, e le relazioni anche più esatte, senza l' oculare inspezione, non bastano per dare i lumi necessari ad un estero, e per poterne giudicare dell' esito. La rapidità grande del fiume Gotha, le montagne tra le quali è serrato, le ragioni per cui sono mancati i lavori del 1751, tutto annunzia che il fiume deve portare e ghiaie, ed altre materie grosse in tanta quantità da farle scorrere anche per tutta la lunghezza del canale. Oltre di ciò, poichè il canale in quattro differenti luoghi, e per tratti assai lunghi deve sedere sulle coste dei monti, indipendentemente dalle torbide ordinarie del fiume, le sole acque piovane vi porteranno delle altre materie grosse: appunto come ne' nostri Navigli di Milano i piccoli torrentelli, e le piogge, che scendono dalle coste vicine, portano arene, e ghiaie anche fin dove più non arrivano quelle del Tesino, e dell' Adda. Su queste congetture, e su gli altri esempi, che abbiamo, si può appoggiare un pronostico generale di quanto col progresso del tempo dovrà forse succedere in quel canale.

LXVIII. Primieramente adunque incominciando a sboccare le torbide dall' incile, e dal primo tronco del canale nel piccolo campo, che dev' essere messo sott' acqua, per quanto raccolgo dalle mappe, vi si rinnoverà il caso già accennato nel paragrafo XVII. della vasca di Naurosa, e del canale di Linguadoca. Le materie successivamente deposte v' impediranno col tempo la navigazione, e sarà poi necessario di continuare il canale rettilineo attraverso a tutto quel

campo. Lo stesso dovrà succedere nell' altro campo inferiore, che pure ha da mettersi sott' acqua, e dove non si vuol continuare il canale. Essendo l' estensione assai grande, gl' interramenti vi si principieranno all' ingresso, e vi sarà sempre bisogno della mano degli uomini per tenervi il passaggio libero, e aperto. Così si anderà protraendo a poco a poco lo scavo, finchè si avrà finalmente un solo canale uniforme, e continuato dall' imboccatura sino ai sostegni. Uno stato tale di cose arriverà più presto, e più tardi in proporzione della maggiore, o minore grossezza, e copia delle materie, che si saranno spinte dalle acque.

LXIX. Quest' inconveniente, che forse si sarà già previsto nei due campi da mettersi sott' acqua, può suggerire un ottimo, e sicuro ripiego per assodare tutto il marazzo, che resta tra i due luoghi già detti, e per cui deve passare il canale. Quando fosse fatto lo scavo in tutto il tronco superiore, e le acque torbide si conducessero a sboccare in quel marazzo, e vi si dirigessero opportunamente ai luoghi di terreno più sciolto, e di maggiore profondità, non potrebbero mancare di colmarli, e di darvi la necessaria consistenza, tanto più presto quanto fosse maggiore la quantità delle materie portate insieme coll' acqua. I Toscani sono stati i Maestri di questa sorte di bonificazioni, che propriamente chiamansi Colmate, e ne hanno benissimo approfittato massime in Valdichiana. Nei Polesini, nel Modanese, e in altri luoghi d' Italia si sono in questa maniera cambiati in ricche campagne molti terreni incolti, e paludosi. La bonificazione del marazzo accennato porterebbe un poco di tempo: ma il ritardo sarebbe poi compensato abbondantemente dalla più facile, e più sicura continuazione di tutto il cavo.

LXX. La sicurezza, e perpetuità dell' impresa parrebbe ancora che richiedesse un terzo scaricatore immediatamente sopra il primo sostegno: e vorrebbe di più che la fabbrica del sostegno medesimo si regolasse colla considerazione delle materie, che vi potessero arrivare. Questi sono tutti i rilievi, che m' è occorso di fare coll' inspezione delle semplici mappe, e che ho voluto inserire al presente trattato. E non è solamente l' uomo, il cittadino, il filosofo che s' interessa in un' impresa così grande, e importante. L' onore che ha di appartenere alla Reale Accademia di Svezia, la particolare amicizia, che mi unisce a molti individui di quell' illustre consesso, e la stima, che nodrisco per una nazione così illuminata, colta, e industriosa, mi fa prendere ancora interesse più particolare nelle felicità, e nella gloria dall' esito.

DISSERTAZIONE
SOPRA I TORRENTI
DI
J. B. D. C. D. G.

Immaginatevi, ciò che soventemente osservasi, l' origine d' un torrente nel fondo d' una gran valle, a cui d' intorno a guisa di teatrale scena fanno corona, e cerchio varj ordini di montagne, altre altissime, altre depresse, ed umili, altre di mezzana grandezza; le quali quando dalle piogge del cielo, quando dallo squagliarsi le nevi, e quando ancora dallo schiudersi sotterranei gorghi, ed abissi ricevono ricco tributo d' acque. Queste o dalle cime vengono fino all' imo direttamente precipitate, o serpeggiando, e torcendosi per infiniti giri d' alpestri falde, quasi per altrettanti inclinati piani più tarde, e lente arrivano al medesimo termine: spesso ancora o da fenditure, e screpuli, o da voragini ingoiate, e assorte essendo, ovvero in densi boschi, in immense macchie, in colti campi, in erbosi prati, in fondi arenosi avvenendosi, sottraggono all' ingordo torrente, e altrove derivano porzione non picciola di lor medesime. Non essendo perenni, e costanti i principj, che procacciano a' torrenti le loro piene, non è maraviglia, se assai sovente scorrono poveri d' acque, o rimangono affatto asciutti. La copia delle piogge, lo scioglimento delle nevi o è fisso a certe stagioni dell' anno, o certamente dipende da incostanti vicende dell' atmosfera.

Il finir dell' Autunno, l' intiera Primavera comunemente riescon feconde d' acque: talora improvvisamente un segreto fermento agita l' aere, che impregnalo di molto umore: talora un ostinato soffiar di scilocco ci rovescia addosso diluvio tale, per cui angusti sono gli alvei, umili gli argini, deboli i contrasti de' più difesi torrenti. Ma tutto ciò presto dileguasi, e manca. La quantità d' acqua, che forma la piena d' un torrente, dipende da molti elementi, vale a dire principalmente dall' ampiezza dell' area, che l' accoglie, dalla mole, e densità delle gocce, dalla loro velocità, e prontezza, e dalla lor durazione, altri di questi elementi è variabile, e suggetto a vicende, altri è per lo più costante, e tal è comunemente l' ampiezza dell' area. Per essa intendo quell' intero tratto di paese, che giustamente

vuol dirsi il territorio, lo stato, la giurisdizione di un torrente, definita da certi limiti, e confini invariabili, per lo più costituiti dalla natura. Questi limiti per alcuni torrenti sono ristretti e angusti, per altri distesi, ed ampi, secondo le circostanze, e la situazion delle valli, e dei seni de' monti, e della distanza dal mare. Ho detto, che per lo più tale area è invariabile, massimamente pe' gran torrenti; poichè la natura suol essere costante ne' suoi gran lavori, e lascia suggetti a vicende i piccioli, che non alterano sensibilmente il sistema del mondo terraqueo: perciò qualche volta permette, che o dalle precipitose ruine di alcun monte, o dallo scosceso discorrimento d' alpestre balza, o dal profondamento di qualche falda si rompano gli antichi confini, e si aggiunga a un torrente quasi un nuovo stato, levandone a un altro porzion dell' antico. *Saepe* (1) *motu terrarum itinera turbantur, et ruina interscindit aquas, quae retentae novos exitus quaerunt*. Variabile è la durazion delle piogge: in Primavera, ed Autunno spesso si protraggono a varj giorni, e non di rado ancora a settimane, e in qualche contrada del mondo, come il Siam, nel Chile, nella Cina, ed altrove, fino a mesi intieri. Variabile è la mole, o massa delle gocciole. La State per lo più s' osservano di volume maggiore che nel Verno a cagione dell' altezza maggiore della nube estiva, da cui si sprigionano; poichè allora per la loro maggior convergenza tra via facilmente, e più spesso incontrandosi, si combinano, e legano insieme in un solo volume, e corpo. Ciò più frequentemente avviene, ove sieno investite di fianco da qualche venticello, che lor dia una direzione più cospirante, o entrino in un mezzo più rigido, e freddo, che le condensi, e costipi. Variabile è altresì la spessezza, il numero de' fili aequei a proporzione della fecondità della nube, e d' altri elementi favorevoli, o contrarj, che non monta qui annoverare. Il celebre Galileo nel P. S. d' una lettera al p. abate Castelli da Arcetri 8 Agosto 1639, e inserita nel Tom. III. della presente Raccolta dice: *La pioggia delle gocciole cadenti in un lago m' ha data occasione, specolando nelle tenebre, di ritrovare il numero d' esse gocciole in ogni data ampiezza di superficie con una regola stravagantissima, e per mio credere rimota assai d' ogni immaginazione; ma non ho mente, nè tempo di poterne al presente trattare; però mi riserbo ad altra meno importuna occasione*: ciò che eseguì in altra lettera poco appresso scritta al medesimo, cioè ai 19 Agosto del medesimo anno. La regola consiste nell' uso, e nell' applicazione di questa formola $3a^2 - 3a + 1$, che determina il numero delle gocciole cadenti sopra una superficie

(1) Senec. quaest. natur.

circolare. La spiegazione d'essa si può apprendere dalla detta lettera nel III. Vol. dell' Edizione di Padova 1744. Da esso numero di gocciole si rileva il numero altresì de' fili d'acqua, che nell' istesso tempo discendono. La rapidità, e violenza, con cui precipita, e si rovescia la pioggia, deriva e dall' altezza, da cui discende, e dalla massa, e sopra tutto dalla forza del vento, che qualche volta a guisa di turbine, o di tifone contro di lei avventandosi, la preme, l' incalza, e l' aggira per ogni verso. Questa forza addivien trascendente, e cagiona effetti non men fatali, che portentosi e strani. La pioggia in gocce di grossa massa vince più agevolmente la resistenza dell' aere, e ritiene maggior porzione della sua forza; poichè quella è in ragione della superficie, questa in proporzione della sua solidità. Ora per gli elementi è noto, che i corpi maggiori hanno minor superficie a confronto della loro solidità, che i minori, e perciò questi incontrando maggior resistenza di quelli, discendono più lenti, e tardi, cioè sospinti da minore velocità, la quale perciò punto non corrisponde all' altezza da cui muove la pioggia. Le nubi per lo più non si sollevano oltre la cima delle più alte montagne, e i viaggiatori spesso le osservano giacersi sotto i lor piedi. I calcoli del Ricciolio non accordano alle nubi che 5000 passi d' elevazione, e Keplero un solo quarto di miglio. Ma tali dati, ancorchè veri non bastano a determinare il luogo, da cui si spiccano le prime gocciole, per giugnere fino a noi. Forse le nubi più alte sono disposte a generare, o, per dir meglio, a maturare le piogge. Vi vuole un certo grado di densità, e di pregnezza, che una sottile atmosfera lor non permette. Quindi o dee la nube deprimersi, o sol quella parte di essa ci dà dell' acqua, che è più vicina alla terra. Ed io porto opinione, che la pioggia ridotta ad atto sensibile, si generi in un assai mediocre distanza da noi. Io arguisco ciò dalla poca velocità, con cui la pioggia discende. Se una gocciola d' acqua cade liberamente dall' altezza di 15 piedi sopra un foglio, lo investe con molta forza, ed altrettanto rumore. Che saria in cadendo da 5000 e più piedi? Nè i fiori, nè le foglie, nè molti ramuscelli, e virgulti reggerebbero a tal percossa: anzi rimarrebbero parecchi offesi, e forse laceri, e guasti: onde o le gocciole incominciano a discendere da sede più umile, o solo s' uniscono, e si rendon sensibili in tale luogo, o finalmente i primi passi della loro discesa sono sì lenti, e tardi, e forse ancora interrotti da resistenze continue, che anche dopo il tragitto d' aere non breve sembrano non affrettarsi punto, per inaffiare l' arsiccio campo. Ma qui opportunamente pongasi mente alla natura provida, e al temperare la forza della discesa, e ad opporre una resistenza a quella proporzionale. Ove le gocce s' avvengano in colli, e monti ombrosi, e densi da boschi, e selve, le cime degli alberi son

le prime ad accoglierle. Or le frondi di questi, come le più tenere, e fresche, morbide, sono ancora le più cedenti, e flessibili, ed elastiche, e perciò più adatte a vincere, e a deludere il loro urto. La loro flessibilità le dispone ad una direzione assai obliqua ai fili d' acqua; e come le frondi più alte sogliono esser le men ample, e distese delle altre, a minor massa di acqua suggette sono, e il lor gambo a minor tormento, e percossa.

La velocità, con cui l' acqua giugne alla superficie del monte, poco concorre alla velocità del torrente. Quella o per vigore dell' urto, o per la scabrosità del fondo, o per l' obliquità della direzione, o per altri ben mille titoli o si distrugge, e manca, o riducesi a poca cosa. Di ciò ci convince una riflessione assai giusta, ed è, che se tale velocità fosse una parte di quella, che osservasi ne' torrenti, eglino dovriano scorrere più veloci per discesa di pioggia, *caeteris paribus*, che per liquefazione di neve. L' acqua di questa incomincia a discendere dal sito, ove sciogliesi: eppure i torrenti che ingrossano per neve sciolta, non van più lenti: e se talora o più s' affrettano, o più ritardano, a maggiore, o minor corpo d' acqua, o ad altre cagioni si vuole ascrivere cotal divario. La neve fondesi per due titoli, o per raggio di Sole, che la riscalda, o per australe scilocco, che internamente la penetra, l' agita, la fermenta. L' azion di questo comunemente è più forte di quella del Sole. Questo agisce nella superficie, e ne va velo per velo successivamente rodendo. Ma il scilocco vi lavora per entro, e si caccia avanti per ogni verso. Ho parecchie volte osservato, che dal scilocco le nevi esposte a tramontana, nè punto tocche dal Sole, si dilegueran più presto, che l' altre a mezzogiorno. Aggiungasi che il Sole adopera fin ch' è presente: ma il scilocco ancor la notte: la neve non incomincia a fondersi, che a qualche ora di sole, e ristà, e sosta avanti sera. Quindi non dee sembrare strano, che lo squagliar della neve, derivato da tal principio, renda i torrenti più pieni, e più pronti, e più orgogliosi; poichè da cagion più attiva, più durevole, e forte riconoscono il gonfiar loro.

La pioggia giunta al monte, prescindendo da quella porzione, ch' è ingoiata dalle voragini, dagli screpoli, e dalla terra bevuta, altra dalle cime, altra dalle falde, altra dalle pendici s' avvia al basso divisa altra in fili, altra in veli, altra in gocce, finchè raccolgasi in ruscelletti, li quali in altri incontrandosi, ne formano de' maggiori; e questi tra via avvenendosi in altri da altre piccole scoscese valli moventisi, viepiù soverchiano. Più verso il chino precipitano, più spesso sono gl' incontri, più large diviene l' alveo, più spumanti le rive, più accavallate le onde. Sembra, che i rami minori ne' maggiori s' innestino, e questi in altri, finchè terminando nel comun tronco,

in un solo raccolgono tutte l' acque, che torrente si chiama. E qui la cosa accade affatto, altrimenti, che ne' tronchi degli alberi. Da questi partono varj rami, i quali in altri minori dividonsi: le divisioni viepiù si moltiplicano, e formano varie, per dir così, serie di termini sempre minori, finchè arrivasi al menomo. In somma negli alberi il tronco forma i rami, ne' torrenti i rami generano il tronco. Questo modo d' agire della natura era molto conveniente, e opportuno a temperare la velocità de' torrenti, perchè entro certi limiti si contenesse. I rami sottili calan dalle vette più alte, e sublimi: essi adunque incontrano più resistenza, che gli ampli, e larghi; conseguentemente perdono più di velocità che non questi. Senza tal perdita chi potrà reggere al loro impeto, sostener la lor furia, impedire maggiori danni? Siccome ne' fiumi, così ne' torrenti convien distinguere due velocità; l' intiera, e la residua.

Quella risulta dall' azion della forza continuamente applicata in un mezzo libero, e non resistente; onde tanta se ne' genera, tanta se ne conserva. Ma allora che la forza s' esercita in un mezzo, o sopra un piano scabro, tortuoso, e ineguale, parte della velocità generata viene assorta, e consunta dalla resistenza, o reazione del piano, onde questa detraendo dall' altra intiera, e sana, ciò che ne avanza, velocità residua s' appella. V' ha qualche Autore, il quale opinò, che la velocità de' fiumi si vuol misurare dall' altezza della prima sorgente; onde il signor Kuhn (1) regolandosi su tal principio, calcolò, che la sorgente del Danubio fosse due miglia tedesche più alta della sua foce, e che il mare mediterraneo fosse miglia 6 $\frac{3}{4}$ più basso dell' origini del Nilo. Tale errore fu avvertito da Buston, Alembert (2), ed Adami il quale mostrò coll' esempio della Senna, e del Loire, che le velocità de' fiumi non devono misurarsi dall' altezza del loro principio. Che se ciò ha luogo ne' fiumi, che traggono le loro acque dall' istessa sorgente, quanto più ciò s' avvererà ne' torrenti, i quali non hanno una, ma per così dire, mille e più sorgenti a diverse altezze distribuite? altre acque dal monte, altre dal colle, altre dal *poggio*, altre dalla cima, altre dal mezzo, altre da più umil luogo prendono le loro mosse, e perciò con inegual corso arrivano alla lor meta quasi corsieri animati da inegual lena. Le velocità diverse di tanti rivoli scambievolmente si modificano, e alterano: i più lenti sono accelerati dai più veloci, e questi ritardati vengono dai più pigri, come avviene negli urti de' corpi solidi. Quindi andria ben lungi dal vero

(1) Dissert. sur les sources des fontaines, qui a remporté le prix de l' *Academie* de Bordeaux.

(2) Alembert sur les resistences des fluides, Chapitre IX.

chi estimar volesse, o calcolare la velocità d' un torrente dalla cima della più alta montagna, che gli tributa l' acqua colà raccolte: anzi, a dir vero, la minor porzione è quella, che viene dal ciglio de' monti, come minore è assai l' area di detto ciglio di quella di tutto il resto.

La figura de' monti sovente assai s' assomiglia a quella d' un cono alquanto tronco. La quantità d' acqua, che cade su tutta la superficie, è in ragion della base, o sia come il circolo, o ellissi, o area, che ne costituisce la base. Poichè se da detta area si traesse il cono sovrapposto, tutta la pioggia, che pria cadea sulla superficie del cono, caderà in appresso sopra la base nè più, nè meno. Quindi tutte le sezioni parallele alla base sariano altrettanti circoli, o ellissi; e la misura d' acqua, che discende su quella porzione di monte a cui serve di base una di tali sezioni, è come tale sezione: e se vogliasi estimar l' acqua che cade intercetta tra due delle dette sezioni, sarà come la differenza di tali circoli, o ellissi. Il cerchio superiore, che quasi ne costituisce la cima, sarà il menomo, siccome l' imo, che fa le veci di base, il massimo, e gli altri intermedj più o meno grandi, secondo che più s' accostano al sommo, o all' imo. Quindi menoma sarà la porzione d' acqua dalla cima accolta, e l' altra in proporzione de' circoli, o dalle sezioni sottoposte alla superior parte del monte. Discendendo adunque la pioggia altra da un fianco più alto, altra da un più depresso del monte, converrà che nell' alveo comune concorra con differenti velocità, le quali dovriano essere in ragione sudduplicata d' esse altezze; e chi volesse ricercarne una media come suol farsi ne' fiumi, e altrove, dovria moltiplicare ciascuna di queste aree, o sia la differenza de' circoli, superiore, e inferiore, per la radice dell' altezza, o sia della distanza dalla base: quindi la somma di tali prodotti adeguerà il prodotto composto dell' area, o base del monte, e della radice d' una incognita, ex gr. $\sqrt{x}$, e la medesima somma divisa per la base detta ci darà il valore di $\sqrt{x}$, o sia la velocità media prossimamente. Più vicine saranno le sezioni, o sia più piccole le differenze de' circoli, più s' accosteranno al vero; non mai però ad esso vi giugneranno; sì perchè le montagne non hanno universalmente la figura, che qui supponesi, sì anche perchè le velocità corrispondenti alla differenza de' circoli sono alquanto ineguali, sì perchè molti altri son gli elementi, che impediscono l' afferrarlo. L' uso di altro metodo riuscirà forse più felice in tal impresa: ma io non ho agio d' arrestarmi più a lungo su questo articolo, nè credo avervi il pregio dell' opera faticar molto, sicuro di cogliere poco frutto.

Rarissimi sono i monti, l' altezza perpendicolare de' quali adegui un miglio, e se mai dal lor ciglio venisse l' acqua a precepitar fino

al fondo, converria che ella percorresse colla velocità intiera procacciatasi in tal discesa 489. miglia in un' ora, ciò che agevolmente dimostrasi. L' Ugenio osservò, che un grave cadendo liberamente, corre in un secondo 15. piedi di Francia, o sia $16\frac{1}{2}$ piedi Romani. Giunto a terra con tale velocità costante, nel tempo stesso s' avanzerebbe per 33. piedi Romani, o sia il doppio. Moltiplicando 33. per 3600, cioè per il numero de' secondi, che compongono l' ora, il mobile tragitterebbe 118800. piedi Romani in essa ora, i quali divisi per 5000. (giacchè il passo è composto di 5 piedi, e il miglio di passi 1000.) ci danno per quoto 24. miglia precisamente. Per la qual cosa un torrente, la cui acqua venisse dall' altezza di piedi 15. in circa varcherebbe in un' ora un tratto lungo 24. miglia, ciò che non credo avvenire a torrente veruno. Leggo appresso il Moro (1), che i torrenti Piave, e Tagliamento nelle massime loro piene non percorrono più di 10, o 12. miglia l' ora. Ma per venire al calcolo promesso di sopra, si fa che gli spazi da due corpi in tempi eguali descritti, sono alle loro velocità proporzionali; l' altezze poi, dalle quali cadendo si sono tali velocità procacciate, corrispondono ai quadrati d' essi spazj, ovvero velocità. Ciò supposto, se un *mobile disceso* da 15 piedi d' altezza, descrive 24 miglia in un' ora colla velocità intera da lui discendendo acquistata, quante miglia tragitterà un altro mobile in egual tempo, dacchè caduto da un miglio, o sia da 5000 piedi d' altezza si metta in corso? Chiamisi l' ignoto, o cerco numero x; poscia s' istituisca la proporzione seguente $15 : \overline{24}^2 :: 5000 : x^2$, onde $\frac{576.\ 5000}{15} = 192000 = x^2$, e $x = 439$ miglia in circa. Un fiume ordinario percorre 3 miglia l' ora; e chi volesse cercar l' altezza generatrice di tale velocità, troveria, che sole 3 dita bastano: poichè $15 : 576 :: x : 9$, onde $x = \frac{15.\ 9}{576}$, ovvero moltiplicando 15 per 12, che ci ridurrà i piedi in pollici, $180 : 576 :: x : 9$, onde $\frac{1620}{576} = x = 3$ in circa. Così supponendo il corso del Tagliamento 12 miglia l' ora, l' altezza della discesa atta a generare tal velocità, saria meno di 4 piedi, siccome all' acqua del Po basteranno 8 pollici d' altezza, per procurargli quella velocità, che gli accorda il Manfredi, di descrivere 5. miglia l' ora. Da ciò si deducono due verità: la prima è, che l' altezza la qual genera ai torrenti la velocità, non suol estimarsi dal ciglio de' monti, ma da altro luogo mezzano assai, più vicino all' imo, che al sommo. La seconda è, che tale velocità, viene nella

(1) Moro, Crostacei.

maggior sua parte logorata, e consunta da' mille ostacoli, che la contrastano. Di tali ostacoli ne accennerò alcuni, che si presentano a' nostri sensi. Ho detto di sopra, che l' acque incominciano a discender da' monti divise in sottili veli, e minuti ruscelli, che nell' unione s' ingrossano. Voi scorgete nella sottigliezza di tali veli, e nell' angusta vena de' ruscelletti poca solidità, e molta superficie, e perciò li trovate a molto maggior respettiva resistenza soggetti, che non sono gli ampli, ed alti volumi d' acqua. Nell' unione le direzioni formano comunemente degli angoli, ora maggiori, ora minori. Ecco un nuovo contrasto nell' urto obliquo di tali acque. Un corpo, che da un piano inclinato varca ad un altro, perde una parte della sua velocità; onde questa è alla residua come il seno tutto al seno dell' angolo d' inclinazione, che formano i piani tra loro. Il p. Abate Grandi calcolando la velocità perduta dal fiume Era all' incontro d' 8 angoli rettilinei, trovò, che appresso l' ottavo erasi diminuita di $\frac{1}{9}$, onde l' intiera alla residua era come 9 : 2. A ciò aggiungansi l' infinite tortuosità, gl' intricati serpeggiamenti, e più di tutto gli innumerabili corpi tra via schierati, quasi altrettanti armati nemici a contenderne loro il passo. Qui alberi, e piante: là cespugli, e boschetti: qui scogli, e dossi: là sassi di massima mole, qui mezzana ghiaia, ed arena, e mille altri impedimenti, che con altrettante direzioni rompono il corso all' acque, obbligate a strascinar seco parte di tal materia, e perdere per tale strascinamento nuovi gradi di forza e di velocità. I monti son composti altri di terra, altri di marmi, altri di ciottoli, e sassi, altri d' arena, di pozzolana, di gesso, altri di creta, di tufo, d' argilla, ed altri d' altra eterogenea materia. Chi ben ne osserva la superficie, e sospinge gli sguardi nell' interna loro struttura, s' accorge tosto delle rivoluzioni, e vicende in essi o sia nel diluvio, o sia ne' tempi a noi più vicini avvenute. Il caso me ne presentò alcuni tra lor contigui di luogo, ma differenti di organizzazione, e materia. Un ven' area, che sembrava una massa di terra rossiccia, a cui legavasene un altro simile ad una pasta cenericcia, e cretosa: appresso alzava la cresta un terzo misto d' arena, e ghiaia senza ordine, e divisione di strati confusamente intrecciata. Non dirò d' altri composti d' una nericcia grossolana arena in qualche sua parte slegata, e sciolta, in altra quasi indurita, e soda: nè di quei, che dal sommo all' imo di pietrose lastre quasi d' altrettante scaglie coperti, difeso, e armato mostravano il loro dorso. La pioggia rovesciandosi su tali masse, prima le ammollisce, poscia le scioglie, e stempera, quindi ne disimpegna i sassi; la ghiaia, che prima impaniata, e involta stavasi, da ogni laccio libera: que', e questa giù per lo chino dal natio peso, e dal valore dell' acqua spinti, al basso piombano, e rotolandosi intorno al loro centro, o

sdrucciolando radendo il monte, o inviluppati ne' gorghi, o rapiti dalla corrente, che lor comunica parte del proprio moto. L' avanzamento de' sassi è in ragione composta, per così dire, diretta della forza dell' acqua, e reciproca della lor massa: qui i gran sassi, venendo viepiù meno la forza dell' acqua, giunti a un certo luogo, s' arrestano, e incagliano: i minori seguono il loro cammino, finchè l' impressione dell' acqua vinca la lor resistenza, rimanendo sola i minuti ciottoli, la belletta, l' arene nuotanti, e trovando molti contrasti al discendere nella tenacità, e nel corso dell' acqua, e nella loro figura.

L' impeto, ed urto dell' acqua addiviene talvolta incredibile, e superiore a ogni fede. L' abate Grandi (1) racconta, che l' acqua del picciol torrente detto la Zambra a di 14. Luglio 1714. non pago di romper gli argini, e di trasferire grossissima ghiaia, osò per ben parecchie braccia premuovere una gran pietra verrucana lunga 14. braccia, larga 10, ed alta 7, cioè a dire braccia cubiche 980, il cui peso ridotto ad esatto calcolo era in circa di due milioni di libbre. Or concepiscasi a qual grado di forza era salita l' acqua, perchè una tal pietra investendo, strascinassela sopra un suolo sassoso, e scabro, vincendo la resistenza di tutta la superficie al fondo applicata col sovrastante suo peso: poscia rotolandola, sollevasse il centro suo di gravità sovra l' orizzontale livello. Or se val tanto l' acqua d' un picciol torrente spumante, e gonfio, che dovrà dirsi d' altri infinitamente maggiori per mole d' acqua, e per rapidità di corrente? Allora che la Brenta il di 19. Agosto 1748. o svelse da' suoi fondamenti, o da quei troncò quasi in un attimo il celebre ponte di Bassano, lavoro maraviglioso del suo gran Palladio, sul dorso quasi agil piuma, e leggier alga recandoselo, chi non rimase stordito, e attonito a uno spettacolo affatto nuovo? Tanto era penetrata profondamente negli animi l' opinione della sua quasi immortale solidità. Caso simile pochi anni appresso avvenne in Verona una strana piena dell' Adige, che rovesciò il gran ponte di marmo colla sua torre, la cui pesantissima mole dovea aggiugner contrasto, ed argine alla furia dell' orgogliose sue acque. D' altri simili avvenimenti abbondano l' antiche e moderne storie, a cui concilia fede e la celebrità degli Scrittori, e la fresca memoria, che ne' riparati lor danni ancor ci resta. Ma prescindendo da certi casi strani, e rari, l' impeto delle acque per lo più non eccede certi discreti limiti, oltre i quali la violenza dell' acque non vale a sospingere i gran sassi, abbandonandoli qua, e là tra via. Io, ed altri (2)

(1) Rifless. del p. ab. Grandi sopra l' Era. Tom. IV. di questa Raccolta.
(2) Moro, Crostacei, Co. Iacopo Ricati. Tom. IV.

abbiamo esservato, che le pietre di maggior mole per lo più sono gettate dall' onde verso le rive; poichè ricevendo per lo più l' urto obliquamente, non tutta la forza s' impiega a promuoverle, ma una sola parte, dalla cui direzione vengono per lo più alle rive sospinte.

Male hanno pensato coloro, i quali vollero che i sassi strascinati dall' acqua urtandosi, sfregandosi, scambievolmente lisciandosi, acquistassero la figura rotonda, o ellittica, e diminuendo successivamente di massa e volume, si riducessero a minutissima arena, la qual fosse l' ultimo lavoro d' un lungo, e continuo logoratore strofinamento. Io impugnai tal opinione in una Dissertazione impressa l'anno 1753 (1), che i sassi poco o nulla nell' urto loro si logoravano, e che l' incontrarsi i minori in maggior distanza dal monte, i menomi nella massima, derivava dalla forza dell' acqua sul principio maggiore, successivamente minore: là s' arrestano i sassi di gran mole, dove l' acqua non è da tanto per più promuoverli: qui s' avanzano i piccioli, dove alla lor resistenza è ancor proporzionale il suo momento. Alle ragioni colà addotte se ne potriano aggiugner dell' altre, che assai brevemente accennerò. Lo strofinamento non basta a ridurre i sassi massimamente di molto volume a minutissima ghiaia, ed arena. Su ciò fece moltissimi sperimenti il p. Frisio da lui registrati nella sua dottissima Dissertazione (2), e arruotando sassi, e scuotendoli, premendoli, e strofinandoli in varie guise per parecchie ore entro alcune casse gagliardamente; nè gli riuscì mai di trarne verace arena, ma solo una biancastra minutissima polvere, che al menomo soffio levavasi in aria. Nè veggo che sia necessario, per ritrovar la generazione di tale ghiaia, ed arena, ricorrere a un sì violento strofinamento. Non sono forse fecondi, e ricchi i colli, e i monti d' arena, di ciottoli, e di ogni sorta di ghiaia? Or di là viene ciò, che precipitando giù per gli alvei de' torrenti, si arresta, e incaglia or più presto, or più tardi, secondo i momenti, e contrasti. Osservisi ancora, che i ciottoli logori, e pesti non possono somministrare arena qual è quella de' torrenti, e de' fiumi. Essa è una materia cristallina, che domata dal fuoco, si vetrifica: all' opposito i sassi de' torrenti si calcinano. Metterò in maggior lume la cosa, adoperando i sentimenti, e l' espressioni del signor Perelli: *I sassi de' fiumi son materie primigenie componenti molte colline, che non possono giammai logorarsi a segno di risolversi in arena. Questa è un componente del nostro globo, e di natura cristallina, e differentissima da quella de' sassi come*

(1) Dissert. sulla diminuzione della mole de' sassi.
(2) Del modo di regolare i fiumi ec.

si scuopre col microscopio, e come dimostra la prova del fuoco, che calcina la maggior parte de' sassi de' torrenti, mentre vitrifica l' arena. Ciò posto, l' acque precepitose staccando da' monti varie sorte di materia, depongono prima le più pesanti, e poi gradatamente le meno, cioè ghiaia, arena, belletta, e terra. Così il Perelli, a cui aggiungo il raziocinio del p. Frisio espresso nelle seguenti parole: *Che se le arene delle montagne, delle colline, e di tante vastissime pianure sono materie primigenie, non vi sarà ragione di credere, che l' altre arene, che si ritrovano negli alvei de' fiumi, e de' torrenti, e che nella figura, nella durezza, e nel peso rassomigliano perfettamente alle prime, differiscano poi nell' origine, e vengano a poco a poco formate dallo strofinamento de' sassi, e delle ghiaie. Sembrerà ancora improbabile, che sfregandosi tra loro scambievolmente pietre rotonde, e lisce, abbiano a staccarsi tanti irregolari frammenti dotati di tanti angoli, e di acutissime punte, come sono l' arene.* Fin qui il chiarissimo p. Frisio.

Di più converria, che tale, e tanto logorarsi s' eseguisse in poche ore, cioè quanto l' acqua impiega a discender dal monte fino al luogo, ove si fermano, e trovano. Or ciò dee avvenire in breve tempo poichè detti sassi o si logorano nel grado massimo della piena, o sia della rapidità, o no. Se s' avvera il primo, tale azion benchè forte non può agir tanto in sì breve spazio di tempo: se ha luogo il secondo, l' azione è sì poca, che non vale ad operar tanto anche in tempo più lungo; onde dove l' azione è molta, il tempo è poco, e dove il tempo è molto, l' azione è poca. Ho detto di sopra, che i torrenti nelle massime loro piene non percorrono più di 12. miglia l' ora. Riflettasi, ch' eglino non hanno il corso sì lungo come i fiumi, almeno comunemente; molto minore è poi quel tratto di letto coperto di ghiaia, oltre cui cessa lo strofinamento; onde dal monte all' ultimo limite delle ghiaie rade volte s' avrà 50 o 60 miglia di spazio da percorrersi in cinque o sei ore in circa; tempo assai corto a ridurre in arena i sassi anche di mezzana grandezza. Pongasi mente altresì, che affine che due sassi, ex. gr., scambievolmente si logorino, conviene che le resistenze d' amendue i solidi sieno eguali almen prossimamente: poichè altrimenti cedendo il più debole, o il men forte all' altro, si sottrarrà all' azion sua, cederà all' impressione, ed all' urto, e si piegherà verso dove troverà più di libertà alla fuga, o meno di resistenza: ciò dovrà bene spesso avvenire ai sassi in mezzo l' acqua, ove urtandosi, incontreranno e libertà a sottrarsi a nuovi urti consecutivi per la distanza interposta soventemente, e facilità a cangiar direzione, e fianco verso dove v' è minor ostacolo, e resistenza. Aggiungasi finalmente, che più scema di mole il sasso, e s' accosta alla figura sferica, o ellittica, più vien meno la

la forza premente, che deriva dal peso, più cresce la resistenza, che nasce dalla figura. *Vis resistendi* (1) *non modo oritur ex massa, sed etiam ex figura; et sphaera decrescente vis ista ratione materiae minuitur, sed ratione figurae augetur*. In somma più io penso a questo logorarsi de' sassi venendo giù per l' acqua, più difficoltà mi si presentano avanti. Ma di questo tema assai s' è detto fin qui.

Ciò che merita moltissima riflessione, si è che tanto i sassi immobili, e fermi, ne' quali s' avviene l' acqua, quanto gli altri, che seco trae, e tra' suoi gorghi spumanti va ravvolgendo, concorrono a diminuire la sua velocità, onde coll' altre resistenze di sopra accennate accoppiati, in brieve tempo la riducono di grandissima ch' ella era, ad una misura, che sembra al giudizio de' sensi infinitamente minore. Il chiarissimo p. Boscovich (2) in Fano rimase convinto di questa verità, osservando quell' acqua, che precipitosamente discende per un piano inclinato, formando ciò, che colà chiamano *liscia*. Il comune di quell' illustre città, per tener netta, e pulita la foce del porto, adoperò ogni industria, ed arte, e si lusingò di ciò ottenere procacciando all' acqua una massima discesa, e velocità, col ritenerla a grande altezza pendente per mezzo di parecchi sostegni. La discesa generò la velocità, che voleasi, e tale, che indarno l' occhio s' ingegna di accompagnarla, e seguirla. Ma non perciò s' ottenne di tener netto il fondo del porto da quelle materie, che l' ingombravano. Tanta velocità quasi in un attimo si perde, e manca pria ancora di sboccare nel vicin mare, riducendosi a un grado quasi insensibile, onde un galleggiante in un minuto primo percorreva solo 63 passi d' esso padre Boscovich, e in un' ora 1890 passi di miglio, cioè meno che miglia 2. Tali riducimenti quasi istantanei da massima a menoma velocità avvertì altresì il p. Lecchi ne' fiumi Ticino, ed Adda, e ne lasciò memoria nel suo Esame Idrostatico. Nè io in ciò riconosco verun titolo da farne le maraviglie, cioè che velocità, che presto si genera, presto ancora perisca, e manchi. Abbiamo di sopra notato, che a un corpo, perchè corra 24 miglia l' ora, ciò che è gran cosa, basta una discesa di 16 piedi, la quale per lui s' acquista in un minuto secondo, e in altrettanto si perde, risalendo ond' egli cadde. Combinisi insieme tutti que' principj, che insieme conspirano a manomettere, per così dire, cotanta velocità. Tal acqua precipita per un piano assai elevato; adunque la velocità intatta dee essere alla distrutta, come il seno tutto al seno dell' angolo d' inclinazione del piano coll' orizzonte. Riflettasi, che detta acqua

(1) Ioan. Rizzetti *de corporum collisionibus*. *Comment. Inst. Bonon. vol.* 3.
(2) Memorie sul porto di Rimini, tom. VII. di questa Raccolta.

al fine della discesa ne incontra un' altra, la quale rispettivamente a quella può dirsi stagnante, e morta. Per vincer l' inerzia vuolsi impiego di forza, e dispendio di velocità. Vinta l' inerzia, ecco tutto il fluido in agitazione, e sconcerto, e avanza, e scarica la sua azione fino alle sponde: la reazione di queste sull' acqua stessa rifondesi, e torna, e qui ondeggiamenti, vortici, complicazion di contrasto, opposizione di direzioni, che terminano in un certo equilibrio, che toglie all' acqua ciò che ha di più violento, e le permette, e lascia un conveniente, e discreto corso, soggetto al freno, e che viepiù nel progresso s' ammansa, e doma. Ridotta la velocità a tale stato, si costituiscono due momenti d' egualità tra le resistenze, che successivamente s' incontrano, e le impressioni contrarie, che genera la gravità rispettiva sull' alveo declive; e quanto una dà, tanto le altre tolgono, onde rimane in virtù dell' inerzia la sola antecedente residua velocità costante, e durevole. Questa quasi legge, o vogliamo dirla sistema, o condotta della natura, si osserva egualmente ne' torrenti, e ne' fiumi; se non che in quelli l' equilibrio, e la moderazione del corso arriva più tardi, più presto in questi. Chi porrà mente agl' elementi delle cose legate in un corpo o civile, o fisico, o morale, troverà nella lor genesi una spezie di confusione, e di caos, che a poco a poco dileguasi, e dà luogo all' ordine, alla legge, alla costanza, alla simetria. Gli agenti sul principio ineguali di peso, di tuono, d' indole, applicati insieme scambievolmente si modificano, e temperano; e l' enorme disegueglianza delle forze distrutta che sia, incominciano a contrarre dall' istesso contrasto una misura di docilità, e moderazione, che viepiù si propaga. Spesso avviene, che tale equilibrio si guasti, ed è maggiore la resistenza che toglie della gravità che compensa. Ma allora la natura provida, e sempre intenta a rimetter le cose in calma, accorre al bisogno, e dalla resistenza stessa trae indirettamente nuovi gradi di forza atta a vincerla; poichè ella è massima vera, che i torrenti discesi da' monti, se s' avvengano in piani poco declivi, per provvidenza, e regola di natura sanno da lor medesimi procacciarsi la convenevol declività, abbandonando, e spargendo nelle parti superiori tanta copia di ghiaia, e di pietre, e d' arena, onde alzando il nativo alveo, alzano ancora il piano della lor discesa, e così si van lavorando, e formando quelle declività necessarie a vincere le resistenze: nè è malagevole impresa render ragione di questo meccanico artifizio della natura. Egli è noto, che per un piano poco declive l' acquisto della velocità è assai poco, e meschino. Quindi l' acqua obbligata a un moto lento, e debole non ha valore di spignere avanti i sassi, che prima animata da maggior forza rapidamente traeva seco. Eglino arrestandosi, alzano necessariamente il piano, o sia il letto dell' acqua. Da tale alzamento deriva

l' azione di maggior forza: che se egli non fosse in proporzion degli ostacoli, non mancheranno alla natura altri mezzi, onde ottenere il suo fine. L' acqua arrestata dovrà alzarsi sopra il suo antecedente livello, e sopravvenendo dell' altra già in viaggio, e tra via, viepiù nuova elevazione acquista, e perciò nuova forza acceleratrice; poichè più l' acqua s' alza, più ella preme, e sollecita, e spinge avanti i veli, e strati inferiori, e a misura della pressione, o sia altezza ne cresce l' acceleramento. Quindi due sono i principj adoperati dalla natura a procacciare all' acqua velocità, cioè declività d' alveo, e altezza, o corpo d' acqua. Amendue erano noti agl' antichi. Plinio il giovane in una lettera a Romano (1) discorrendo del fiume Clitunno dice: *Inde non loci devexitate, sed ipsa sui copia, et quasi pondere impellitur*. Plinio il vecchio del Po così ragiona: *urgetur quippe aquarum mole, et in profundum agitur* (2). Un simile sentimento leggo in S. Basilio (3); *impetus aquae tanto fit velocior, quanto amplior fuerit gravitas eius, quae defertur, locusque, ad quem fit fluxus, fuerit depressior*. Gli scrittori idraulici opinano, anzi alcuni pretendono di dimostrare, che questi due principj declività d' alveo, e corpo d' acqua non agiscono insieme, ma o l' uno o l' altro a parte. Negli alvei orizzontali la sola altezza d' acqua genera la velocità, e ne' declivi la sola inclinazione del piano: nè per quanto sia alta l' acqua, avrà qui luogo l' altezza ad affrettarle il corso. Così Belidoro: *Ces (4) deux causes n' operent point ensemble: mais à raison de la plus grande force: de sorte que si l' acceleration l' emporte sur l' hauteur vive de l' eau, c' est à la primiere, e non point à la seconde que se doit attribuer la vitesse, et au contraire*. Questo concorso d' amendue tali principj al più si vuole accordare, e permettere in diverse parti della stessa sezione. Pongasi, ciò che non di rado avviene, che la superficie dell' acqua sia alquanto declive, come che il fondo, o letto sia orizzontale, l' altezza introdurrà velocità in tutto il corpo dell' acqua, e la declività della superficie in essa sola. Altri ammette questa legge sol nel caso, in cui l' acqua inferiore corra più veloce della superiore. Ma fuori di tal eccezione non si vuol permettere da tali Autori la combinazione d' azioni derivate da amendue i principj. Recherò di ciò la ragione, che ne adduce il celebre Gravesand (5), e la dimostrazione del Guglielmini (6). Siccome un corpo (dice il Gravesand) che insiegue un altro rapito da maggior impeto, non

(1) Plinii Epist. ad Rom.

(2) Plin. Lib. 3. Cap. 16.

(3) S. Basil. Hom. IV. in Hexam.

(4) *Architect. Hydraulique* Vol. IV.

(5) *Phys. Elem.* Vol. I. Cap. X.

(6) Propos. I. Lib. IV. Misura delle acque correnti.

potrà mai agire in esso, e urtarlo, e spingerlo avanti; così l' altezza, e corpo di acqua non eserciterà mai veruna pressione sull' acqua sollecitata, e spinta avanti da altra maggior forza, qual è la declività dell' alveo. Ecco i termini, e i sentimenti dell' Autore: *Velocitas non augetur pressione aquae superincumbentis, quae non potest augere velocitatem aquae, quae aliunde maiorem habet, quam quae ex hac pressione oriri potest. Eodem modo ac corpus insequens in antecedens celerius motum agere non potest.*

Vengo ora alla dimostrazione addotta dal Guglielmini, la cui proposizione viene espressa ne' seguenti termini: *In canalibus libere fluentibus, in quibus sit integra velocitas descensus, altitudo aquae non auget velocitatem* (1). Sia AD (*fig.* 1. *tav.* 2.) un canale inclinato all' orizzonte, il cui principio sia A, DE l' altezza della sezione dell' acqua. Dal punto D s' alzi DF perpendicolare all' orizzontale della sezione CD; dico che l' altezza DF non accresce la velocità della perpendicolare, o della sezione DE. Nella perpendicolare AG si prendano quanti punti si vuole, da' quali si menino alla DE le CD, IH ec. parallele all' orizzonte. Giacchè ponesi, che l' acqua discenda da A in D coll' intera sua velocità, ella avrà dunque in D eguale velocità, che avria discendendo per la perpendicolare AC in C: così nel punto H avrà la stessa velocità, che in I. Ma se l' altezza FD accrescesse la velocità, dovria l' acqua arrivar in D più veloce che in C: così in H più veloce che in I. Dunque discendendo l' acqua per un piano inclinato, dovria acquistare maggior velocità, che per la perpendicolare AC, ciò ch' è impossibile secondo il suo assioma. Pare però, che la proposizione del Guglielmini sia modificata da quella apposta condizione, cioè *in quibus sit integra descensus velocitas:* fuor della quale accorda all' altezza dell' acqua eagionamento di pressione, e a questa accrescimento di velocità, ammettendo, che quella velocità, che all' acqua discendente fu impedita dagli ostacoli, possa essere compensata, e quasi restituita dall' urto dell' acqua superiore, a cui però l' istesso Guglielmini in altro luogo (2) aggiugne una condizione, o regola, ed è *che la forza della pressione non può operare effetto veruno, se essa non sia valevole a produrre un grado di velocità maggiore di quella, che resta al mobile dopo l' azione dell' impedimento. La ragione positiva di questa regola è, che un agente non può agire in un mobile, se il movente non è mosso, o almeno in conato a muoversi, e che il mobile non può esser mosso dal movente, se in se, o almeno paragonato al moto del movente,*

(1) Ivi Propos. I. Lib. IV.
(2) Trat. de' fiumi Cap. IV.

non è costituito in istato di quiete; condizione, che non può avverarsi, quando il mobile è investito da velocità maggiore di quella che abbia, o possa produrre il movente. Fin qui il Guglielmini. Or questa regola attentamente discussa altro non vuol dire, se non che la pressione dell' acqua punto non opera, ove il corpo discenda liberamente senza verun ostacolo, e dove la velocità producibile dalla pressione non sia maggiore di quella, di cui il corpo era antecedentemente dotato. Ora perchè m' è insorto qualche dubbio, non so se piuttosto sulla verità della legge proposta, o sul modo alquanto oscuro, e confuso della sua interpretazione, ho intenzione di mettere sotto gli occhi l' azione di questa pressione nelle sue più individue circostanze, e di là trar quella luce, che è necessaria a sgombrare la quistione di ogni sua oscurità. Sia ABEF (*fig. 2. tav. 2.*) la sezion verticale di un canale inclinato all' orizzonte CB, la cui altezza sia AC discenda da AE un corpo d' acqua, l' altezza della cui sezione sia AE, siccome BF l' altezza, o distanza del punto F da CB. Siami permesso di considerare l' acqua composta di menomi elementi lisci, e sfuggevoli, o sia sferici, o sia ellittici, o d' altra somigliante figura (che poco ciò monta nella causa presente) compresi tra le due parallele AB, ED, li quali chiamo *i*, *l*, *m*, *n*, *o*, ec. gli uni agl' altri sovrapposti. Egli è certo, che ex gr. la sfera I preme il piano AB, sul quale è appoggiata, e la gravità sua assoluta è alla pressione sul detto piano, come il seno tutto al seno dell' angolo CAB, o sia come AB : CB. Si conduca per lo contatto di ciascuna d' esse sfere una tangente, la quale sarà parallela al piano AB; e ciascuna di esse premerà il piano della tangente, o sia la sfera inferiore, con la forza espressa per CB. Questa pressione dee esercitarsi o sia che il corpo sia sostenuto, o sia che discenda; poichè da una parte nulla contribuisce alla discesa tal parte di gravità, e dall' altra ella dee sempre produr qualche effetto: altrimenti perderebbe ella l' esser suo di forza, di peso, di gravità, che naturalmente esige di generare o pressione, o movimento. Ciò supposto, converrà, che le pressioni di ciascuna sfera si propaghino da una all' altra, cioè le superiori all' inferiori: quindi l' urto della sfera *o* si scaricherà sopra *n*, e quello di *o*, ed *n* sopra *m*; e così l' altre sfere consecutive scambievolmente premendosi, avanzeranno le loro impressioni fino al punto P del piano A B, il quale sosterrà la somma di tutte loro comprese nella P Q. Ma giacchè il piano resiste a tali impressioni, e la reazione è sempre eguale, e contraria all' azione; perciò il punto P reagirà contro l' azione di tali elementi con una forza eguale alla somma di tutti gli urti: così l' elemento *l* reagirà contro *n* con una forza proporzionale alla pressione prodotta dagli elementi *m*, *n*, *o*. Quindi ciascun elemento sarà costituito, per servirmi dell' espressione del Galileo, come

un nocciolo di ciriegia premuto dalle due dita, e in atto di scappare avanti con una velocità proporzionale alla forza premente, e con una direzione parallela alla tangente, o sia all' AB, cioè all' istessa, con cui l' acqua altronde discende; e perchè essa è composta, come si è detto, di elementi lisci, e sfuggevoli, e perciò non soggetti a sensibile strofinamento, sfuggiranno eglino avanti con moltissima facilità, e leggerezza. Da ciò trarrò la risposta al Gravesand, ed al Guglielmini. Egli è certo, che se un corpo men veloce tien dietro a un altro più veloce, non verrà mai a raggiugnerlo, molto meno a premerlo, e ad accrescergli verun grado di velocità. Ma il caso nostro è assai differente da questo. I due citati Autori suppongono, che l' acqua discendendo per un piano inclinato, sia a guisa d' un corpo, che precede, e che perciò si sottragga all' azione della pressione dell' acqua, che sopra vi posa. Ma la cosa va assai altrimenti. La stessa gravità, che spinge in giù l' acqua, preme il piano: l' istessa forza risoluta in due parti genera due effetti nell' istesso istante, cioè discesa, e pressione: tali forze non vanno giammai disgiunte, e sono perpetuamente applicate: nè perchè la velocità, che genera la pressione, si supponga minore della velocità, con cui il corpo discende, lascerà essa di comunicarla all' acqua, e d' accrescerla. Fin che mi si accorderà che l' acqua prema sul piano, e che l' impressione propagasi da un velo, o strato d' acqua ad un altro, converrà che mi si accordi altresì accrescimento di lena, o di velocità in virtù dell' impressione, e dell' urto, qualunque egli siasi, o debole, o forte. Sia disceso, un corpo perpendicolarmente dall' altezza, ex. gr. di 144 piedi: avrà egli acquistato una velocità, che sarà come 12, cioè assai grande. Si sottrarrà egli nell' istante appresso all' azione della gravità, e rifiuterà un menomo accrescimento di velocità? nò certo. E perchè ciò? perchè la gravità è una forza immediatamente applicata, che per quanto corra il corpo, gli tien sempre addietro, nè mai l' abbandona. Similmente come la pressione non è altro, che un urto della gravità rispettiva sul piano, o su ciò, che equivale al piano; così ella dovrà generar qualche effetto, cioè o forza morta, o viva. Nè ciò, che tanto vantasi, cioè che la velocità derivata dalla discesa sul piano sia maggiore di quella, che ne verrebbe dalla pressione, apporta verun pregiudizio alla mia causa. Pongasi, che l' angolo di inclinazione compreso dall' orizzonte, e dal piano, sia menomo, o sia di pochissimi gradi: sarà altresì menomo il suo seno, menoma la forza della discesa; menoma la velocità generata in ogni istante. All' opposito la forza della pressione sarà massima, e proporzionale ad essa la velocità. Ora siccome, allora che la forza della pressione eccede quella della discesa, non lascia questa d' agire, e affrettarne il corso; così nel caso che

la forza della discesa supererà l'altra della pressione, non mancherà questa di premere, e sollecitare l'acqua inferiore al moto. Questa dottrina è conforme alla legge della continuità. Si sa, che la pressione manca nella direzione perpendicolare del piano, come la discesa nell'orizzontale. Ma tosto che le direzioni incominciano a divenire oblique, incomincia altresì ad aver luogo la pressione, la quale va perpetuamente crescendo, o scemando, secondo che scema, o cresce la forza della discesa, essendo amendue in certa guisa reciproche. Al crescer dell'una languisce l'altra senza salto; e quando l'una arriva al zero, l'altra tocca il massimo. Or ciò supposto, se le forze di discendere, e di premere sono continue fino al massimo, o al menomo, anche i loro effetti dovriano reciprocamente rispondersi, ed osservare la legge della continuità senza veruno interrompimento. Io non ho mai riconosciuta alcuna verità in questa proposizione, cioè che l'acqua inferiore si sottrae alla pressione della sovrastante, o superiore. Poichè se tal acqua si sottrae alla detta pressione, non v'avrà dunque veruna azione neppur sul fondo del piano. Questa esige urto, resistenza, contrasto, e l'azione dee propagarsi dall'alto al piano per mezzo dell'acqua intermedia. Or dove non v'ha azione sull'acqua intermedia, non v'ha neppure propagazione d'azione; e perciò il piano non soffrirà verun urto da un'azione, che o non v'è, o a lui non perviene: ma ciò è assurdo, e contrario alla verità, ed alla sperienza: adunque sarà altresì assurdo, che l'acqua alla pressione sottraggasi. Vengo ora alla proposizione del Guglielmini, in cui pretende, che un corpo discendendo per un piano inclinato, non vaglia ad acquistare velocità maggiore di quella, che avria acquistata descrivendo perpendicolarmente l'altezza di esso piano.

Ciò è verissimo rispettivamente ai solidi. Gli elementi del solido legati, e stretti insieme formano un sol grave, nè le parti d'esso si premono scambievolmente: ed è una sola la pressione sul piano, a cui s'appoggia, una sola è la direzione, una velocità comune a tutte le parti, una sola l'energia, e l'azione. All'opposito il fluido è una massa bensì composta di menomi elementi solidi, ma sciolti da ogni legame, e liberi, ciascun de' quali può, dirò così, muoversi con direzioni, e velocità differenti, scambievolmente premersi, urtarsi, sbilanciarsi per ogni verso. Quindi le parti più alte premono sopra le basse, e queste si risentono, e dispongono a moversi, ove manchi l'impedimento. Posto ciò, nel solido, che per un piano discende, opera la sola gravità rispettiva, la quale essendo minore dell'assoluta, genera in ciascuno istante un grado di velocità minore di quello, che avria generato essa assoluta; ma perchè il solido impiega maggior tempo a discendere per esso piano, che per lo perpendicolo, la lunghezza del tempo moltiplica l'azione della gravità rispettiva, e

compensa solo quel difetto di velocità, che le manca. Quindi il solido disceso per esso piano si trova avere eguale velocità a quella che avria venendo dalla medesima altezza direttamente: poichè essendo il prodotto dell' azione della gravità rispettiva nel tempo della discesa pel piano eguale al prodotto della gravità assoluta nel tempo della caduta per il perpendicolo, anche le velocità dovranno essere eguali. Ma ne' fluidi ciò va bene spesso altrimenti. Oltre ciò, che v' ha di comune col solido, v' ha altresì la pressione esercitata dalle parti superiori del fluido sulle inferiori, la quale aggiugnendo urto, dee aggiugnere altresì moto, e perciò generare un effetto maggiore, che non avviene nel solido. Nè v' ha assurdo alcuno, che la gravità d' un fluido generi maggior velocità nel piano, che nel perpendicolo; mentre ciò genera in maggior tempo, e con quella porzione di gravità, la quale nel solido, che discende, rimane per così dire, oziosa, e nel fluido addiviene attiva, e operosa. Propone nelle sue opere Giovanni Bernulli (1) un problema, ed è di ritrovare la velocità, che genera un corpo appoggiato all' ipotenusa d' un triangolo solido materiale (la cui base sostentasi da un piano liscio orizzontale, scevro da ogni menomo sensibile sfregamento) sull' istesso triangolo, spingendolo avanti, e movendolo secondo la direzion della base. Egli decompone la forza premente la detta ipotenusa, o sia il piano inclinato in due parti, una delle quali è impiegata a dar moto all' istesso triangolo, e spingerlo avanti: mentre dunque il corpo discende su detto piano, la forza premente promuove il triangolo, e gli comunica un determinato grado di velocità; quindi il corpo disceso ha acquistata velocità eguale a quella, che avria discendendo pel perpendicolo, e insieme il triangolo ne ha un' altra generata dalla forza premente, onde da ciò risulta la somma de' due moti maggiore di quello, che ha il corpo in vigore della discesa. Ora siccome detta forza premente genera velocità, e moto distinto dall' altro, onde il corpo discende, così la stessa applicata all' acqua preme gl' inferiori veli, e premendoli aggiugne loro maggior lena. Oltre ciò che fin' ora per me s' è detto, vi sono altre ragioni, che di tal verità ci convincono, tra queste v' è la necessità di spiegare per mezzo della pressione l' acceleramento dell' acqua, che da una larga sezione varca ad una angusta, e ristretta. *Io vo, dicea il Galileo* (2), *ghiribizzando, e tra gli altri problemi sono attorno a investigare come cammini il negozio dell' accelerarsi l' acqua nel dover passare per un canale più stretto, ancora che abbia l' istessa declività nel largo, e*

---

(1) Ioann. Bernoulli. Op. vol. 3.
(2) Lettere del Galileo inserite nel Vol. III. di questa Raccolta.

nell' angusto. La maggior parte degli Autori scioglie il dubbio, accrescendo l' altezza all' acqua, e per essa ancor la pressione, onde si genera maggior velocità. Ecco come dichiara su ciò i suoi sentimenti Eustachio Manfredi (1) *L' istessa acqua passa per una sezione minore, che per una maggiore; ond' è forza, che vi passi con maggior velocità: nè altro può credersi se non che l' accrescimento d' altezza sia quello, che gl' imprima un grado di velocità maggiore; appunto come succederebbe in un vaso, in cui la superficie dell' acqua fosse a qualche altezza sopra la sommità della luce*. Non altrimenti dichiarasi il Guglielmini (2) *Le parti superiori premono le inferiori, e le obbligano a ricevere uno sforzo, che ridotto all' atto produce quel preciso grado di velocità, che loro dato avria la discesa* ... Potrei addurre l' autorità d' altri Scrittori, i quali per render ragione della velocità accresciuta nelle sezioni anguste, ricorrono alla pressione dell' acqua generata dall' accrescimento dell' altezza nelle parti superiori: solo dubitano di questo, cioè se sia necessario ad ottenere tanta velocità, che l' acqua superiormente s' alzi fino che divenga stagnante, non potendosi persuadere, che l' acqua superiore nell' atto che corre, vaglia a produrre nuova giunta di velocità nell' inferiore. Ma la sperienza c' insegna, che se la larghezza d' una sezione riducasi alla metà, l' acqua non s' alzerà la metà, come sembra dover avvenire; se non s' accrescesse velocità, anzi per lo più ella s' alza assai poco, tanto nella sezione, quanto più a basso, ove le sezioni ridotte siano alla larghezza stessa. Così tra l' angustia de' piloni d' un ponte l' acqua assai restrignesi, e sale assai poco. Adunque fa di mestieri, che la velocità cresca, nè ciò a riguardo di nuova declività, la quale si mantiene la stessa, ma solo per quella giunta d' altezza, che cagiona pressione sull' acqua stessa inferiore nell' atto che corre. Io da ciò trarrò argomento, onde avvalorar viepiù la mia opinione ancor nel caso, in cui la velocità, che vien dal declive, sia eguale, o maggiore di quella, che può generar la pressione. Qui abbiamo due dati, l' uno che tragittasi la stessa misura d' acqua per una sezione quasi doppiamente minor della prima, mantenendosi l' istesso declive: l' altro che necessariamente la velocità dee crescere sino a divenir quasi doppiamente maggiore. Ma d' onde tanto accrescimento di velocità? qual è il principio, che la genera? Il dire, come Gennetè, che doppia quantità d' acqua raddoppia la velocità, non è addurre una prova, ma avanzare una pura pretta asserzione, che o la suppone, o la chiede: nè credo che verun filosofo nell' accrescimento di tanta acqua scorgerà immediatamente un vero

(1) Annot. al cap. IV. Nat. de' fiumi di Guglielmini.
(2) Ivi Cap. IV.

principio di tanta accelerazione. Convien venire alla genesi di questo fenomeno, e osservare il meccanismo, che in ciò adopera la natura. Distinguasi primieramente due tempi, l'uno sia quel primo istante sensibile, in cui la sezione riducesi alla metà. Ora in questo primo istante è necessario che l'acqua si gonfi, ed alzi molto sopra il suo primo livello, e in questo alzamento genesi una velocità ad esso proporzionale. Ma nell'atto stesso, in cui tale velocità si genera, incomincia l'acqua ancor ad abbassarsi, perchè si salvi la legge del caso presente, che le sezioni sieno in ragion reciproca delle velocità. Non in modo però s'abbassa l'acqua, onde ritorni al livello di prima; ma alquanto più alto mantienesi, perchè vi resti un principio costante, che compensi quella porzione di velocità, che dagli ostacoli successivamente distruggesi. Si sa che l'acqua nel corso suo incontra continuamente delle resistenze, che diminuiscono la sua lena: perciò conviene che rimanga nell'acqua un principio costante, che supplisca, e rimetta quel decremento di velocità, che le involano le resistenze. Or questo principio è quel po' d'altezza sopra il livello di prima, che cagionando pressione, cagiona ancora velocità. Giunta a quel punto l'acqua mantiene la stessa altezza, e questo è l'altro *tempo*, che io chiamo d'equilibrio, e di stato costante. Dagli *osservatori* non si pon mente al primo istante, in cui l'acqua si gonfia, s'agita, si sbilancia, ma solo si bada all'altro, in cui acquista equilibrio, stato, e legge. Tutto ciò si conchiude sì presto, che appena dai sensi distinguesi il gonfiarsi, l'abbassarsi, l'equilibrarsi. Che se fossero veri, come io lo credo, gli sperimenti del Gennetè, secondo i quali un fiume accresciuto il doppio, o il triplo d'acqua, non cangia quasi livello, allora converria dire ch'esso fosse seevro d'*ogni* sensibile resistenza. Ciò forse potria avvenire in un fiume artifiziale di corso assai brieve, su fondo eguale tra sponde pulite, e liscie, fornito di acque chiare. Ma in un naturale torbido, ove le resistenze, e ancor forti, non mancan mai, non è verisimile, che ridotto alla metà della sua antecedente sezione, conservi il livello di prima. *Posto* ciò, per venir alla quistione di sopra proposta, io la discorro così. O la velocità incomincia a crescere incominciando l'acqua a gonfiarsi, ovvero seguito il total gonfiamento. Se s'avvera il primo, essendo allora poca l'altezza, e poca per ciò la pressione, poca sarà altresì la velocità che si genera: ciò non pertanto sì poca velocità s'aggiugne a quella molta, che dal declive deriva, contro al sentimento del Gravesand. Se s'avvera il secondo, essendo anche in questo caso la velocità, che s'accresce, o eguale, o minore di quella, che dal declive ridonda, e non avendovi altro principio *generatore* che la pressione, manifestamente deducesi, che essa agisce ancor dove la velocità, che si genera, sia minore, o eguale a quella; che

dal declive erasi antecedentemente già generata. Or io ripeterò adunque, che l' acqua come urta il fondo, così preme i veli menomi, che sopra d' esso distesi corrono, per li quali propagasi la pressione dall' alto al basso. Anzi conforme a ciò che scrive il Manfredi *gli strati tutti inferiori dell' acqua possono riguardarsi come altrettanti fondi sensibilmente piani rispetto a' piani superiori, che scorrono sopra d' essi. Quindi tai fondi fluidi risentono la stessa pressione dall' acqua corrente, che soffrirebbero se fosse stagnante in eguale altezza.* A me ciò sembra una verità incontrastabile, che acqua, che preme il fondo, debba premere tutto ciò, per cui l' urto propagasi: altrimenti se non preme tutto ciò, che vi ha di mezzo, non giugnerà neppure al fondo, ciò ch' è contrario alla sperienza. Che se tal fondo fosse costituito di figura curva, e concava verso l' acqua, oltre la detta pressione v' avria ancora l' azione della forza centrifuga, la quale cospirando con quella, ne accrescerebbe ancora il momento, e con esso l' energia, e la velocità. Io mi son trattenuto più a lungo, che da principio io non volea, sopra un punto, che avria d' uopo forse di una discussione maggiore, e che dalla sperienza potria trarre migliori prove. Fin qui de' principj, che generano, e ritardano la velocità.

Fin che i torrenti precipitano giù dai monti, vengono frenati, e chiusi da insuperabili argini, fabbricati dalla natura, che con alpestri balze stringendoli da due opposti fianchi, non lascia loro altra libertà che di serpeggiare or da destra a sinistra, or da questa a quella. Quindi spesso s' osservano falde di monti, che presentano il concavo all' acqua, che le rade, e bagna, a fronte d' altre, che s' avanzano nella valle con il convesso, perciò vanno alternando i convessi, e i concavi secondo l' alternare delle lor direzioni. Ciò s' è osservato da Buffon (1), da me, e da altri eziandío in quelle valli libere da' torrenti. Angoli che risaltano, s' oppongono ad angoli che rientrano, sicchè pare che anche colà un tempo vi scorressero de' torrenti, i quali da un lato radendo il monte, vi levassero della terra, e dall' altro stagnandovi colle lor acque, vi deponessero l' arena, e il lezzo, di cui erano carichi e pregni. Tale alternazione d' angoli convessi, e concavi non sembra introdotta dal caso. Questo non opera con legge, e con simetria se non di rado, e in qualche picciolo tratto. Meglio saria il dire che la natura instituì le valli, per opporre alla massima forza de' torrenti il massimo argine: che sebbene v' ha in oggi di molte valli senza torrenti, forse un tempo la cosa andò altrimenti. Nella lingua ebraica *torrente*, e *valle* hanno la stessa

(1) Hist. Natur. Vol. 12. pag. 11.

voce comune, come avessero la stessa significazione; e nella Sagra Scrittura torrente, e valle in molti passi indifferentemente l'un per l'altro s'adeprano; chi sa a quante vicende suggette furono la superficie della terra, ed il corso de' torrenti, e de' fiumi, massimamente ne' tempi antichi, prima che l'industria, e l'arte formassero gli alvei, e prescrivessero legge, e limiti alla violenza dell'acque? Ogni valle è di per se il ricettacolo, e il seno di quell'acque che dalla schiena de' monti, che le circondano, discendono al basso, le quali se in oggi non bastano a generare un furioso torrente, in altra età, e stagione per avventura assai più abbondavano, o perchè vi avea men boschi, che le arrestassero, meno di alvei, che le ritenessero, o maggior area, che somministrasse maggior numero di ruscelli. Forse v'ebbero inondazioni fuor d'ordine, che allagaron le valli, ne lasciarono l'orme, e le tracce alle radici de' monti, e colli, conformandole in convesso, e in concavo nel modo detto. Comunque la cosa sia, l'istoria della natura ci assicura de' fatti, e l'analogia filosofica c'insinua la simiglianza delle cagioni. Sovente ho osservato che il convesso più s'avanza, che non ritirasi il concavo: anzi spesso sembra quello a guisa di penisola, o lingua di terra, assai avanti spingendosi, restringer d'assai la valle: d'onde inferisco, che meno costa al torrente aggiugner terra coll'alluvione, che levarla collo scavamento. Là basta il ristagno dell'acque: qui ricercasi della forza, per lottare con massi di scoglio, di pietra, di tarso, d'altra materia dura, da più secoli legata insieme, e che offre una resistenza quasi invincibile agli urti più violenti dell'acqua. Si osserva ancora, che i monti gli uni agli altri di fronte opposti, sono presso che eguali di altezza, e di mole, e ciò per saggia legge, e provvidenza della natura, i cui lavori in se contengono i principj della loro conservazione, e allontanano ciò che può concorrere alla lor distruzione. Se la diseguaglianza de' monti, che chiudon le valli, fosse trascendente, ed enorme, precipitando giù l'acqua da quella parte che sono schierati gli altissimi, avria caricati i fianchi de' bassi colli, obbligata la corrente a investirli, e a poco a poco avanzata la corrosione verso l'argine naturale più debole, e forse col progresso degli anni recati maggiori danni.

Dacchè i torrenti usciti dalle valli entrano nel piano, incominciano a imbizzarrire, e quasi fiere indomite libere dal serraglio, invadono in chi si avvengono: divenute l'acque arbitre, e dispotiche, senza legge, senza freno, orgogliose, e insolenti si rovesciano nella lor piena su di ogni prato, si scaricano su di ogni casa, e non avvezze a verun letto, se lo acquistano, sel lavorano, sel mantengono ampio, spazioso, e da per tutto segnato, e impresso dalle tracce, e vestigia della barbara lor rabbia. S'immagini alcun di noi di trovarsi o

nell' ore più fresche del mattino, o sul far della sera in mezzo l' alveo d' un torrente pochi giorni appresso una delle maggiori piene dell' anno, e quivi non per trastullo, e giuoco, non per cogliere i più puliti, e lucenti sassi, come per raunar chiocciole erasi quell' imperadore fin nelle Gallie colla sua armata recato, ma per istudiar da filosofo i caratteri di questi alvei, notarne il diritto, e il torto, il cavo, e il convesso, il liscio, e lo scabro, l' alto, e il depresso, e tutte le più minute particolarità, che servono ad istruire, e promuovere la lor teoria. Il primo spettacolo, che si presenterà ai nostri sguardi, sarà l' inegualità del terreno, diviso in dossi che si alzano, in valli che si profondano, in sassi che scambievolmente si legano, in arene, e in ghiaia, in macchie, e cespugli, e sopra tutto in serpeggianti canali, che qua si incontrano, e uniscono, là s' allontanano, e quasi dividonsi in due torrenti. Nè a render ragione di tutti i detti fenomeni, vi è bisogno d' esser pien di filosofia la lingua, e il petto: e pur che tengasi sulla traccia d' un torrente, che dal monte varchi al piano, troverà i principj da svolgere tutta la tela. Un torrente, che giù precipita, mi pare un vincitor trionfante, carico di trofei, e di spoglie, il quale tra via stancandosi, e sentendo venir meno la lena sua, si trova obbligato a scaricarsi delle più gravi, e pesanti conquiste, e a passar oltre colle più leggieri, e spedite, finchè riuscendogli incomode, e intollerabili ancora queste, abbandona ancor esse, e solo contento delle acque, si affretta a porger tributo al mare. Spoglie sono ponti guasti, argini rovesciati, e rive abbattute: spoglie sono alberi, e capanne, e case, e macchie: spoglie sono arena, e ghiaia, massi di sassi, e scoglio. Or questi qua e là abbandonati, e dispersi costituiscono l' inegualità del letto, ne formano i dossi, ne alzano il fondo, lo attraversano con banchi di arena interrompono con molte spiagge in mille guise; ed ecco al venire di una nuova piena l' origine di infiniti ostacoli alla direzione della corrente. Questa in linea diritta avanzandosi, urta in una massa di sassi, che la piegano, e torcono: appena si apre il passo per altra via, che un nuovo dosso le si presenta di fronte a frastornarle il cammino: più v' ha ostacoli, più v' ha direzioni, e serpeggiamenti. Quindi essa corrente rispinta da tanti lati, quasi sdegnata, e crucciosa va in traccia di nuovi sentieri, e là violentemente si avvia, ove è minore il contrasto. In questo modo il torrente acquista maggior ampiezza di letto. A ciò concorre la durezza del fondo, per cui difficilmente profondasi, e scavasi; onde quanto è men alto di acque, tanto è più largo, essendo quasi forzato a guadagnarsi in larghezza ciò che non può procacciarsi in profondità, ed altezza. In ogni alveo vi è un tratto, ove la larghezza arriva al massimo, ciò che dovria per lo più combinarsi colla massima durezza del fondo, e colla

menoma velocità, ed altezza. La massima velocità genera minor vena d'acqua, maggior assottigliamento della corrente, la quale addiviene più gracile, e più ristretta a misura che si fa più veloce: adunque dove il torrente è più largo, dee correre men veloce, e profondo. Aggiungo, che nel tratto della somma larghezza, non han luogo nè i sassi massimi, nè i menomi: non quelli, perchè la poca forza, e velocità dell' acqua non può condurveli: non questi, perchè se vi fossero, il fondo saria men duro, e assai più cedente, onde più profondo, ed alto, ciò che non combinasi col massimo della larghezza. Osservasi, che il torrente giunto alla massima sua larghezza incomincia poscia a restringersi: ai torrenti avviene il contrario che ai fiumi: questi accostandosi al mare viepiù s'allargano, e quelli viepiù contraggono la lor corrente: i fiumi più a lungo corrono, più influenti incontrano, che metton la foce in loro: il torrente a una certa distanza dal monte resta solitario, senza nuove conquiste: più si avvicina alla foce, più il suo letto addivien regolare, più soffre le rive: anzi da se le lavora, e forma; ed eccovi in qual guisa d'orgoglioso, e insolente, impara l'esser docile, discreto, e mite. Dacchè spossato, e fiacco non più vale a spingere avanti la grossa ghiaia, ma solo la più minuta, e sottile, il fondo si fa più soffice, ed arrendevole all' acqua, che sopra vi corre: più teneri, e molli sono i banchi, che vi si incontrano, meno ineguale la superficie del suolo. Quindi il solco dall' acqua resta più penetrato, e profondo, il corso più uniforme, i canali meno moltiplicati, le direzioni più cospiranti. L'union dell' acque ne aumenta il corpo, questo la velocità, la quale ne toglie il largo, e ne sostituisce l'alto: a poco a poco di molte correnti ne risulta una sola: il filo e spirito di essa o tardi, o presto si accosta al mezzo: ne' confini sinistro, e destro l'acqu ava lenta, e pigra, onde ha agio di scaricarsi del lezzo, e di ciò che seco galleggia, e nuota; ed ecco l'origine delle alluvioni, che ne abozzano le sponde, e rive, le quali acquistano miglior forma, secondo che il torrente riducesi a minor letto. Più egli si avanza, più rassomigliasi a fiume per la regolarità del letto, delle sponde, del corso, e di altri varj accidenti. Non di rado accade ciò che anche a' fiumi è comune, che vicino alle foci, ed agli sbocchi di nuovo dividesi in varj rami. Il moto tardo agevola le deposizioni, che generano i dossi, i greti, l'isolette, e rompono l'unione dell' acque costrette a entrare in mare da varj lati. Soventemente ingannasi nel determinare la massima larghezza di un torrente nelle massime piene, argomentandola dal letto, che incontrasi, varcandolo asciutto. Tal letto è spesso composto dell' antico, e del nuovo; quello è affatto abbandonato dalla corrente, questo solo è in oggi suggetto all' acque: cangiando i torrenti direzioni, spesso cangiano ancora letto:

in un secolo si piegano verso una parte, in un altro si torcono altrove. Viaggiando da Piacenza a Parma, incontrasi l'alveo antico del Taro con il resto de' piloni, che una volta ne reggevano il ponte. Il Tagliamento un tempo si accostava a S. Vito assai più che in oggi, che volgesi verso l'opposta piaggia. Poco lungi da Conegliano si entra in una vasta pianura, che anticamente apparteneva alla giurisdizion della Piave: di mezzo i cespugli, e l'erba, e le macchie risalta interrottamente la piaggia, che formava l'antico letto: nulla dirò di quei del Reno abbandonati, che nel viaggio da Ferrara a Bologna si parano avanti. Egli è superfluo l'addurre altri esempj in un argomento sì noto. La massima larghezza dell'acqua avviene nella massima piena, e questa è tale allora, che tutti gli elementi accennati nel principio di questa Dissertazione, cospirano ad agire colla massima forza, ed intensione.

Difficile sarà sempre la ricerca di ciò, che determina, e limita le vicende de' tempi, e la misura delle pioggie, e delle procelle: per qual ragione appresso alcuni giorni di pioggia rida di nuovo il cielo; e quando sembra più procelloso, e nero, sorga improvvisamente un asciutto aquilone, che in brieve ora sgombra, e mette in fuga ogni nube, e sparge di un azzurro sì terso, e vivo ogni monte, ogni colle, ogni arco dell'orizzonte, che quasi rinnovasi il mondo, e ammantasi di miglior luce. L'Artefice dell'Universo ha tali leggi prescritte agli Agenti appostatori delle vicende, che le une succedonsi scambievolmente entro certi intervalli di tempo, onde la procella e la calma, l'asciutto, e l'umido, la pioggia e il sole partano, e tornino secondo che esige il bene della natura, e l'intreccio del suo sistema. Indarno la più sottile filosofia s'ingegnerà di svolger l'ale, e da un cardine all'altro del mondo alzarsi in traccia di quel vento, che in oggi raccoglie l'acqua, ovvero dell'emol suo, che la dirada, e disperge. D'infinite cose ci mancano i veri dati: la natura adopera una meccanica, e geometria, che si solleva oltre de' nostri sensi, e trascorre di là degli intelletti più acuti, e arditi. Si crede di dir molto, e nulla si dice, cinguettando che i limiti di tali vicende hanno grandissima relazione al clima, alla stagione, all'altezza: alla direzione de' monti, alla distanza del mare, ed altre simili circostanze. Egli torna meglio ritornare alle piene, e dir qualche cosa della lor genesi. Elleno per lo più si formano a poco a poco. Osservasi prima l'acqua distribuirsi in vari canali, altri maggiori, altri minori, determinati la maggior parte dalle correnti antecedenti. Le direzioni loro altre son parallele, altre convergenti, altre più o men divergenti. I dossi servono per lo più di confine, che gli divide, e separa. Le direzioni vengono da diversi principj. L'acque, che ingrossano il torrente, sboccano da varie parti, da seni, da fenditure,

da umili oblique valli: gli ostacoli, che si presentano, sotto diversi angoli riflettono l'acque con simili, e analoghe direzioni. A poco a poco il numero de' rami si moltiplica, e arriva al massimo, poscia ciascun si dilata, e gonfia, e a poco a poco scambievolmente si accostano: gli intervalli viepiù decrescono: il rigurgito dell' acque, il loro spandersi gli unisce in modo, che di tanti canali ne rimane un solo, che sembra un lago, un picciol mare, ultimo termine, e limite della piena. Questa non è sempre tutta composta d'acqua corrente. Ve n'ha spesso qualche notabil parte, che contiene, e chiude acqua stagnante, e morta, generata da una pura espansione, che a guisa d'onda, o flusso marino si propaga, e versa sul suolo rimoto dal filo d'acqua. Qui è dove questa depone l'arena, la belletta, il lezzo; e di ciò accorgesi al fin della piena dalla quantità dell'alluvione che lascia; come argomentasi del sito della massima velocità dal massimo scavamento, che ivi ritrovasi. Venendo meno la piena, succedono a ritroso le stesse vicende: d' un sol corpo d'acqua se ne formano molti: ritorna la moltiplicazione de' canali, li quali crescendo di numero, scemano di larghezza fino a ridursi al menomo, e poscia dileguarsi. Qualche volta le piene si generano in tempo assai corto. Un Affricano scilocco, che fonde qual fuoco ardente le nevi, o una violenta procella, che pregna d' acque infinite in un attimo le scarica adosso all' area d' un qualche torrente, d' asciutto lo rende gonfio assai presto. Qualche volta i contadini trovandosi in mezzo a un torrente presso che asciutto, da un certo interno movimento, che osservano dentro l'acque, presagiscono l'imminente piena, che gli sovrasta. Da lungi spesso s'ode il suono, e il romore, che mette la prima acqua precipitando all' ingiù, e quasi avvisa il viaggiatore ad affrettare il passo, perchè non vi rimanga sorpreso, e colto pochi momenti appresso. Non di rado ristà, e sosta la pioggia, e il torrente non pertanto segue ancora a gonfiarsi per una cagione simile a quella, per cui cresce il flusso del mare qualche tempo appresso il passaggio della luna pel meridiano. La massima piena tien dietro all' unione dell' acque, e ciò esige una misura di tempo, che è più lunga di quella, che impiega la pioggia a discender dal cielo. Il decrescere delle piene non è uniforme, ed eguale: sul principio va lento: poscia molto si accelera: a ciò succede una nuova lentezza, e finalmente un languore, per così dire, eterno in quei torrenti di un corso assai lungo. La ragione di ciò si è, perchè a fine che un torrente rimanga asciutto, non basta che manchino le sorgenti, e le piogge, ma conviene che si scarichi di tutta quell' acqua, che contiensi nel letto superiore ad una data sezione; siccome accade a un getto d'acqua, che tragitta per un lungo condotto, prima di uscire all' aria, e alla luce. Al chiudersi la chiave assai rimota dal

getto, non perciò questo manca; anzi segue a dar acqua, e a sgocciolare, finchè ve n' abbia d' intercetta tra la chiave, ed il suo orifizio. Più vien meno l' acqua, più il residuo si scorge tardo per l' accrescimento degli ostacoli, e strofinamenti, li quali crescono al languir della vena, onde osservasi una serie di decrementi, che arrivano fino allo zero. Non così avviene ai torrenti di brieve corso: sembrano a quei giovani, che presto montano in collera, e infuriano, e presto rientrano in lor medesimi, e si può di loro dire: *ira furor brevis est.*

V' ha uno stile egualmente comune ai fiumi, e torrenti, massimamente dacchè cessano di correre in ghiaia, cioè di divenir tortuosi, e di serpeggiar più che mai, allora che si accostano alla lor foce. Di questo stile ne fan memoria gli Storici, i Poeti, i Geografi, e i sensi nostri ne son convinti. Finchè ritengono la nativa loro rapidità, e forza, vengono da lei quasi obbligati alla medesima direzione a guisa di saette, che violentemente vibrate seguono più la linea dell' impeto, che quella del peso. I torrenti, dice il Zendrini (1), hanno i piani più regolari, che i fiumi, come osservai nel Tagliamento, Celline, e Torre. La ragione si è, perchè a cagione della violenza del corso distendendosi in linee pochissimo curve, non hanno agio nel discendere di formar vortici, di scavar voragini, come avviene ai fiumi. Ma non pertanto anche correndo in ghiaia, difficilmente s' impediscono i serpeggiamenti, ed i giri. I fiumi, avverte il Guglielmini (2) che s' avanzano sulla ghiaia, difficilmente conservano la linea retta: perchè spingendo senza legge, e lentamente la ghiaia, l' ammassano, e l' abbandonano al mancar della piena. Quindi sorgono le spiagge, che piegano la corrente a quel lato, che meno resiste; ed ecco i rami moltiplicati, le nuove isole, il cangiamento del letto. Ma, siccome poc' anzi accennai, sì ne' torrenti, come ne' fiumi le massime, e più frequenti tortuosità cominciano dove finisce la ghiaia, e s' accosta la foce.

La Parma dalla città a Colorno corre per 20. miglia, e forse ancor più, mentre la via diritta di terra non eccede le 9. Colà osservai più volte giri sì mostruosi, e strani, che io quasi credei di ritrovarmi tra due fiumi paralleli, e contigui, mentre altro non era che la stessa Parma ripiegata quasi su se medesima, e quasi di ritorno a Colorno, d' onde erasi già molto prima partita. Il Luso, che altri vuole sia il vero Rubicone disceso dal monte sul piano, qui si torce, e incurva in modo, che secondo la Relazione scrittami dal dottissimo signor Gio. Bianchi dalla Chiesa di S. Vito, ch' è sulla via

(1) Leggi, e fenomeni ec. Zendrini.

(2) Natura de' fiumi.

Flaminia, per 27. volte a guisa di biscia si raggira su se medesimo, onde a lui adattar potriasi ciò che del Rubicone canta Lucano: *Puniceus Rubicon cum fervida canduit aestas, perque imas serpit valles, et gallica certus limes ab Ausoniis disterminat arva colonis.* I Troiani giunti alle foci del Tevere, volendo avanzarsi entro terra, s' avvennero in varj giri, che loro costarono molta fatica. *Olli remigio noctemque diemque fatigant, et longos superant flexus* (1). Simile è l' indole de' torrenti, e de' fiumi del nuovo Mondo. Il Rio dell' Orellana nel Brasile, secondo ciò che ci avverte il Varennio (2), non rifinisce mai di torcersi or in una parte or nell' altra. La lunghezza del corso stimasi essere di leghe 1500; ma in linea diritta dalla sorgente fino alla foce appena giugne alle 700. Il Condamine viaggiando lungo il Rio delle Amazzoni (3) passò a guado in un sol giorno 21. volte l' istesso torrente, ed una volta in barca. Anche il Maragnon, ed il Rio delle Amazzoni hanno l' istesso genio, e talento. *Il me falloit* (replica lo stesso Condamine) *être dans une attention continuelle pour observer, la bussole, et la montre à la main, les changemens de direction du cours de Fleuve, et le temps que nous employames d' un detour à l' autre.* Egli è ciò un carattere sì proprio de' torrenti, e de' fiumi, che sembra comune a tutti, e perciò sembra superfluo l' addur più esempi. Aggiugnerò solo ciò che riferisce Buffon (4), e sembra degno di fede.

Ho udito dire a un viaggiatore, ottimo osservatore, e suggetto di molto talento, e spirito, il quale avea corso gran parte del mondo, e sopra tutto nell' America Settentrionale s' era molto per terra avanzato, che i selvaggi rade volte s' ingannano nel giudicare della distanza, o della vicinanza del mare, e ciò dalle poche, o molte tortuosità de' fiumi, nelle quali s' incontrano: ove questi serpeggiano, argomentano il mar vicino: ove no, trovarsi ancora molto per entro terra, e lungo cammino ancor restarvi. E d' onde mai tanta moltiplicazione di serpeggiamenti in poca distanza dal mare? d' onde sì continuo anteporsi il curvo al retto, il lungo al corto, il composto sentiere al semplice? Il Varennio accenna del serpeggiare in genere tre ragioni, cioè l' industria dell' uomo, il moto dell' acqua, e gli ostacoli. La prima ragione può aver luogo ne' piccoli torrenti, e fiumi su' quali l' arte correggendo la natura, v' esercita qualche diritto, adattandoli agli usi, e vantaggi dell' uomo; ma non però ne' grandi, come nel Rio della plata, delle Amazzoni, che hanno più del mare, che del fiume. La seconda dedotta dal moto dell' acque

(1) Aeneid. Virgil. Lib. VIII.
(2) Geogr. Varen.
(3) Relation abregé, Condamine.
(4) Buffon. Hist. de la Nat. Vol. 2. M. Fabry.

non è assai chiara, nè posta nel vero suo lume. O ragionasi del moto, che hanno in oggi le acque, o di quello, che ebbero nella prima generazione degli alvei: nel primo caso non son le acque che determinano la tortuosità, anzi queste danno la direzione all' acque obbligate a secondare le piegature del loro letto. Nel secondo verisimilmente il declive avrà invitate a se le acque, e invitatele verso il basso. Convengo anch' io, che gli ostacoli vaglian molto in questo affare: ma non perciò mi lusingo, che questo basti a risolvere la questione. Per dir qualche cosa, che appaghi, sembrami necessario risalire più alto a trar qualche miglior lume dall' antichità de' secoli, che da' soli fenomeni dei presenti. Non dubito punto, che Iddio creando il mondo perfetto, non abbia ancora a' torrenti, e a' fiumi assegnati i loro alvei, parendo un piccol disordine avanti il peccato, che le acque corressero sciolte, e libere senza legge. Anzi i sagri libri insegnandoci, che Iddio diede legge alle acque, perchè non oltrepassassero i prescritti confini: *legem ponebat aquis, ne transirent fines suos*, presentanci quasi agl' occhi nell' espressione *fines suos* le rive, e le sponde, che serviron loro di limite, e freno. E certamente quel fiume, che usciva dal Paradiso terrestre, si sarà meritati que' pregi tutti, che volea la felicità di quel luogo, vale a dire oltre le acque chiare, fresche, e salubri, l' amenità delle sponde, e una corrente sempre eguale, e costante. Ma al venire del diluvio tale sconvolgimento di cose accadde su tutta la superficie del globo terrestre, che alzate le valli, depressi i monti, confusi gli alvei, distrutte le rive, misto il molle al solido, il fango al metallo, il prezioso al vile, non rimase orma della prima faccia del mondo. V' ha chi crede, che appresso il diluvio le acque non si ritirassero interamente dal continente, ma che alcune restassero per più secoli stagnanti, e confuse; finchè al crescere della popolazione crescendo altresì la necessità di procacciarsi gli uomini di che vivere, le obbligassero a ritirarsi ove il declive, e le circostanze favorevoli più le invitavano: *Nous sommes assurés*, dice Buffon (1) *par des observations exactes, reiterées, et fondées sur des faits incontestables, que la partie seche du globe, que nous habitons, a été long tems sous les eaux*. Io non credo esser d' uopo salire sino al Diluvio, per render ragione di tante acque, che una volta allagavano parte del vecchio, e nuovo mondo. A ciò basta la solitudine, o sia la poca, o niuna popolazione, per aver titolo di supporvele. Fingasi la superficie del nostro globo com' è al presente, perdere i suoi abitatori, e coloni, o ridursi a pochissimi; non andrà guari, che ne seguiranno confusione, disordine,

(1) Hist. Nat. Vol. I.

e una lunga serie di triste vicende in ogni sua parte. Le rotte ne' fiumi, e torrenti anche da argini chiusi furon sempre frequenti: rimangono queste aperte: ecco allagate in pochi giorni spaziose contrade, e pianure: le seconde piene scaricandosi per le medesime rotte, promoveranno l' allagamento a maggiore distanza: avvenga ciò non ad un solo, ma a parecchi torrenti, ognun s' avvede a quai cangiamenti, e rivoluzioni sarà suggetta la superficie del mondo. Che o per cagion del diluvio, o per mancanza d' abitatori, o per altri simili accidenti ciò sia, la cosa torna all' istesso, cioè rimarrà l' allagamento, e convertirà in paludi, in laghi, e stagni paesi fertili, e lieti. Che tal sorte abbian corsa molte contrade del mondo, l' istoria antica, e moderna assai ce l' insegna, e d' infiniti esempi ne addurrò solo pochi. Ai tempi di Troia il territorio d' Argo, a motivo delle molte paludi, non potea alimentar molta gente: all' opposito Micene sgombra di acque stagnanti era assai popolata. In oggi dice Aristotile (1), si son cangiate le sorti. Argo abbonda d' abitatori, e Micene è deserta.

Quella parte d' Africa detta Ammonia (2) era un tempo coperta di stagni. L' Egitto era una volta affatto inondato, e dee alle alluvioni del Nilo, e all' industria de' primi coloni la gran condizione, e fortuna, in cui venne. Una volta il paese, ove abitava Circe, secondo Omero (3), era Isola, e chiamavasi Eèa. Ma al tempo di Teofrasto (4) dalle alluvioni di varj fiumi era già divenuta o penisola, o continente, e promontorio. *Prius quidem fuisse Insulam, ubi Circe habitavit: nunc autem a fluminibus quibusdam aggestam esse terram, et continentem factam*: in altra guisa ciò spiega Servio: *qui nunc Circeius mons dicitur a Circe: aliquando, ut Varro dicit, Insula fuit, nondum siccatis paludibus, quae eam dividebant a continente*. Chi volea una volta da Bologna viaggiare verso Aquileia, convenia piegar sulla diritta: tante erano le paludi, che ingombravano la via più comoda, e brieve. La Trebbia, e parecchi altri torrenti inondavano una vasta pianura, avanti che i Romani avessero fondata una loro colonia in Piacenza l' anno 208. prima dell' Era volgare (5). Emilio Scauro al dir di Strabone (6) asciugò le paludi del Po tra Piacenza, e Parma. M. Curio liberò il territorio di Rieti dai ristagni del fiume Velino (7): *Lacus Velinus a M. Curio emissus interciso monte in*

---

(1) Arist. Meteor. Cap. XIV.
(2) Arist. ibid.
(3) Hom. Odyss. XV. 135.
(4) Teofr. Istor. delle Piante.
(5) Osser. sul corso del Po par M. Carena. Melange de Philos. et Mathem. de la Soc. Royal de Turin. Vol. 2.
(6) Strab. Geogr.
(7) Cic. Epist. ad Atticum Lib. IV. Epist. XV.

Mare defluit. Per le inondazioni frequenti, che ne venivano, *Agrippa Tiberim de proprio derivavit alveo ad eum quem modo fluit* (1). Molte di quelle campagne, che si davano alle nuove colonie, e ai soldati benemeriti di molti servigi, altro non erano, che fangose paludi: *ubi per nomen agrorum uligines paludum, vel inculta montium accipiant* (2). Il territorio d' Arles deesi all' alluvioni del Rodano, come l' Olanda a quelle del Reno. Molte delle terre, che si davano in dono ai Monaci, erano situate in paesi deserti, umidi, coperti spesso di acque, e lagune. La celebre Abbazia di Citaux era una volta circondata da stagni, e da paludi; quella di Celle nella campagna vicina alla città di Troyes era fondata in un sito paludoso, e malsano. S. Bernardo solea dire, che i fondatori de' munisteri avevano scelte le valli più umide, e più profonde, a fine che i religiosi spesso ammalando avessero avanti gli occhi perpetuamente l'immagine della morte. Tali luoghi nel progresso degli anni renduti asciutti, e colti ridussero l' aere a maggior temperie, e il terreno a miglior fertilità. Io porto opinione, che anche il Friuli mia patria a simili avventure suggetta fosse ne' secoli da noi rimoti, vale a dire, che da' torrenti restasse per lunga età sepolta; e di ciò ne ho argomenti nè leggieri, nè pochi da me distantamente osservati l' anno 1766. V' ha poche provincie al mondo, in cui tanto i torrenti abbondino, come quivi, e per lo numero, e per la loro ferocia. Tagliamento, Celline, Torre, Natisone, Lisonzo, Meduna, e cento altri, che soverchio riesce, e difficile l' annoverare. Il primo, e secondo invadono campagne immense, e le sole Celline al passo comune de' viaggiatori si distendono a 7 miglia d' Italia in largo. Or io viaggiando in quella parte, ove ad ogni passo torrenti s' incontrano, osservai che tanto la terra del campo, quanto quella del prato era composta di molta ghiaia simile a quella de' contigui torrenti, ghiaia, che non è solo nella superficie, ma che s' insinua, e penetra molto profondamente oltre il solco del vomere: e come che l' arte, e l' industria ne abbia tratta di là assaissima, come vedesi nelle spesse macerie de' più grossi ciottoli, che di tanto in tanto sugli angoli de' campi si parano avanti; con tutto ciò tanta ancor ne rimane, che ci vorriano degli anni assai più che millanta anche a parecchi Ercoli a sgombrarnele interamente. La gran massa di quella ghiaia rilevasi massimamente nelle sezioni, che dall' altezza del campo fino all' alveo

---

(1) Leggansi i Commentarj di Sanadon sulla Poet. d' Orazio.

(2) Tac. Annal. lib. I. *Egregia scilicet mercede cum relegati in paludes, ac sylvas contumeliam, atque invidiam suam praemia penes alios intelligant*. Apud Lepidum Sallustianum.

de' più profondi fossi distendesi. Anzi, a dir vero, gran parte dell'alto Friuli sembra formato di ghiaia. Tanto in ogni sito, in ogni angolo, in ogni via da per tutto se ne presenta, che altro quasi non vedesi, che ciottoli d'ogni guisa. Or dove vi è tanta ghiaia o vi corre torrente, o una volta vi fu; onde da ciò argomentai, che anche il Friuli fosse della condizione stessa degli altri paesi; e dove colà i fiumi, quivi i torrenti liberamente vagassero, finchè venendo abitatori bisognevoli d'asilo, e di pane, s'inducessero a poco, a poco a rintuzzar la lor rabbia, a ristringere il loro dispotico impero, ed obbligarli a qualche sorta di moderazione, e di legge. Questa serie di vicende, che a tante prove dimostrasi nel vecchio mondo, molto più avvenne nel nuovo, dove la popolazione tardò assai, ed i fiumi, e torrenti ebber più agio di fare a loro modo. In fatti così fu, e così avvenne. V'ha più assai d'acque libere, e sciolte nel nuovo, che nel vecchio; e di ciò ce ne darà conto Buffon nella sua storia della natura (1). *Il y a beaucoup plus d'eaux courantes dans le nouveau continent, que dans l'ancien proportionellement a l'espace: et cette qualité d'eaux se trouve encore prodigeusement augmentée par le defaut d'ecoulement. Car les hommes n'ayant ni borné les torrens, ni dirigé les fleuves, ni seché les marais, les eaux stagnantes couvrent des terres immenses, et augmentent encore l'umidité.* In fatti chi legge le storie del nuovo mondo, trova paesi immensi ancor solitari, e deserti, e sopra tutti gl'interni, e rimoti dal mare, e che lungamente vi rimarranno a cagione delle acque, e paludi, e stagni, e terre fradice, e sterili, ove mancan colonie d'abitatori, che abbisognino di che vivere. Gli abili, e accorti viaggiatori distinguono facilmente le contrade popolate di fresco dall'altre, che da più secoli accolsero coltivatori. La terra sembra informe, i fiumi ripieni di cateratte, le campagne in parte inondate, e in parte ancora infeconde; e senza distribuzione, il corso de' fiumi irregolare, e tutto il paese alto occupato da boschi.

Or se vi fu una stagione nel Mondo di solitudine, e di deserto, se in questa i torrenti, e i fiumi si spandevano per ogni lato, se a questa ne successe un'altra di popolazione, e di legge, vi fu altresì un modo, con cui diedero principio, e mano a questa grand'opera. Due stati degli uomini convien distinguere, l'uno avanti l'introduzione della società, delle Repubbliche, dei Governi, e l'altro dopo. Nel primo stato gli uomini avranno incominciato dal facile, e dal poco spinti dalla necessità: non avranno verisimilmente badato nè al diritto, nè al curvo; ma si saranno ingegnati di trar profitto dalle più favorevoli circostanze, cioè allora che le acque eran basse, e

(1) Buffon. Hist. Nat. Vol. XVIII. in. 12.

da esse risaltavano i terreni più alti, bilanciando sempre il bisogno alle loro forze. Si saranno spesso avvenuti in un fiume, o torrente diviso in varj rami, altri maggiori, altri minori: avranno introdotti questi in quelli, e ridotto ad uso, e a coltura lo spazio intercetto. Ammaestrati dalla sperienza, e dal lieto esito avranno promossi i lor lavori, guadagnando nuovo fondo, e paese. Incontrandosi in qualche sito più declive da un lato, che dall'altro, avranno avviata colà la corrente, allungando la linea allo scavamento: così ora in un modo, ora in un altro riuscendo nelle loro prove, e correggendo gli errori, prendeano viepiù cuore, coltivando in tanto le alluvioni, e le spiagge divenute asciutte per l'industria e per l'arte, le quali *curis acuunt mortalia corda*. Introdotta poscia la società e la Repubblica, al privato interesse succedette il ben dello stato, alle forze d'una famiglia s'unirono quelle di tutto il comune; e accorgendosi, che regolando i torrenti, e i fiumi cresceano le popolazioni, lo stato, l'opulenza, la navigazione, viepiù s'infervoravano a moltiplicarne i vantaggi. Piene sono le istorie de' Greci, de' Romani, degli ultimi nostri secoli; noti sono i lavori sul Tevere, sulla Chiana, sull'Arno, sulle paludi Pontine, sulla Brenta, sul Ronco, e Montone; su tanti torrenti allontanati dalle lagune, e obbligati andarsene direttamente al mare, ciò che assai ci dimostra qual valor abbia sugli esseri inanimati l'industria, e la possanza dell'uomo. Che se in tutto, o in qualche parte del mondo mancasse di nuovo la popolazione, ripiglierebbero le acque l'antico vezzo, e costume: inonderebbero di nuovo il nostro terraqueo globo, e sempre alternerebbero le vicende dell'acque colla solitudine, e colla popolazione. Per citare le sole vicende avvenute alla Chiana, non si sa ch'ella anticamente mettea foce nel Tevere, poscia divenne palude, che infettava diversi paesi, finalmente piegò direzione, e sentiero, e verso l'Arno quasi intera si volse? Simili cose dir potriansi del Po, dell'Adige, d'altri cento fiumi, incerti, ed erranti or in una parte, or in altra abbandonati dall'arte a lor medesimi.

Ma ciò, dirà taluno, poco serve a dar ragione di tante tortuosità in certi fiumi amplissimi, di lor natura indocili, e niente suggetti all'industria, ed all'arte, molto meno di quelle così ripetute, e frequenti in poca distanza dal mare. Mi son fin da principio dichiarato essere impresa assai malagevole render ragione di tanti fenomeni della natura massimamente nella complicazione di cagioni intrecciate tra loro; con tutto ciò sembrami, varie congbietture assai verisimili poter addursi con maggiore probabilità del vero, che pericolo del falso: io son persuaso, che sia più facile render ragione del torto, che del diritto d'un fiume, o torrente, e assai più motivi avervi, che militano per la curva, che per la retta. A favore di questa non

vi riconosco altro principio, che la forza d' inerzia: all' opposito per la curva ne ritrovo per così dire, infiniti. Manca il livello sul diritto sentiere, ecco un titolo di serpeggiare: si presenta un ostacolo, eccone un altro: avviene una rotta, e ninno la chiude, ecco un terzo titolo di cangiar via. Un' alluvione forma un isola in mezzo al letto: la corrente dividesi in due: in una parte v' è più moto, in un' altra meno. Qui si genera una spiaggia: manca a poco a poco l' acqua; la corrente tutta portasi all' altro lato, obbliga il fiume ad allargarsi, e a cangiar direzione: un fiume s' apre la via in un altro, e ne gitta il filo dell' acqua all' altra riva composta di terra fradicia, inerte, e molle: una piena la rovescia: lo scavamento s' avanza, ed ecco un nuovo giro, che prende il fiume. Ma per aggiugnere nuovo lume a questa materia, ove si ragiona tanto della natura amante del corto, e del diritto, convien por mente a due nature, l' una interna, ed unita all' istesso fiume, l' altra esterna fuori di lui. In quella v' ha più elementi: v' ha il fluido, v' ha il moto, la forza, la direzione, e le cagioni, che ciò avvalorano, o rallentano; ma tutto ciò si riduce alla forza d' inerzia impegnata a conservare lo stato presente del fiume, e ritener la corrente nella prima sua direzione: in questa v' ha i contrasti del solido, che a guisa di scoglio resiste, riflette, rompe, ed amendue queste nature nemiche, e contrarie si fanno guerra, e la più abile vince. Quindi il fin della prima, che affetta il diritto, e il corto, rimane spesso escluso, e contrastato dalla seconda, la quale anche essa per lo stesso principio della forza d' inerzia non vuol cedere, e si adopra a tenersi in possesso del suo diritto. L' inerzia applicata a un fluido, che facilmente si piega, si rompe, si disperge, e divide in più parti, legata al moto suggetto a mille vicende, che or cresce, or scema, e langue, rimane sovente vinta da un solido composto d' una gran massa, che infinitamente resiste colla sua mole, e si mantiene intera, e soda, e insuperabile dagli urti dell' onda, che inutilmente le muove la guerra. Ma per dir ancor qualche cosa delle tortuosità sì frequenti vicino alle foci, conviene nella risoluzione di tal questione introdurre due dati, l' uno, che il mare siasi ritirato per molte miglia, almeno in molte parti del mondo, dagli antichi suoi lidi; l' altro, che nel diluvio saranno avvenute molte vicende, e rivoluzioni negli alvei primitivi de' torrenti, e de' fiumi. Il primo dato servirà a render ragione delle tortuosità ne' mezzani torrenti, e fiumi. Il secondo forse ci porgerà qualche lume in quelle de' massimi, quali sono il Rio delle Amazzoni, della Plata, del Maragnon, e simili. Pongasi ciò che è verissimo, che l' Adriatico abbia abbandonati i primi confini suoi, siccome il Mediterraneo, il Nero, ed altri simili: adunque il Po, il Rodano, il Danubio avranno dovuto non solo prolungar successivamente

la loro linea, ma ancor dirigerla verso quel lato, dove fuggiva, o ritiravasi il mare, affine d' incontrarsi di nuovo con esso lui: ciò non potea eseguirsi da tali fiumi senza piegarsi, e torcersi or in una parte, or in un' altra, conforme la direzione diversa, che prendea il mare nell' allontanarsi dal lido. Che se è vero ciò, che da' più celebri Autori fu esattamente osservato, cioè che il fondo del mare a poco a poco si alzi, e che ciò riesca più sensibile dove s' allontana dal lido, piegherà verisimilmente il mare dove il lido si alza meno, e colà ancora torcerà il fiume, e sarà determinata la nuova sua direzione. Non è probabile che l' alzamento del lido sia sempre fisso, e costante nell' istesso sito, e sulla medesima linea. Come varj sono i principj, che influiscono nelle vicende di tali lidi, così varie saranno altresì le parti, ove seguiranno simili alterazioni, e inalzamenti, ciò che obbligherà altresì i fiumi a conformarsi ad essi, e adattarsi alle circostanze, nelle quali s' avvengono seguendo il mare. Ora siccome una lunga serie d' anni avrà in parecchi luoghi allontanato per varie miglia il mare dal primo lido, così avrà data occasione a molte tortuosità de' torrenti, e de' fiumi. Pe' fiumi grandissimi dirò, che la loro ampiezza sembra esigere diversi principj di conghietture. Io penso, che i loro alvei sieno antichissimi, quanto altro mai: poichè le cose grandi sono soggette a meno vicende dell' altre, e l' arte rade volte s' argomenta d' applicarvi la debol sua mano. Tale antichità potria prodursi sino al diluvio, che termina. Or tale supposizione ci porge di che sostituire a' dati certi, e sicuri de' verisimili, da' quali dedurre la frequenza de' serpeggiamenti vicino al mare.

Coperta dall' acque del diluvio la terra, confusi rimasero i torrenti, i fiumi, i laghi con i loro letti, e colle loro correnti. Al finir d' esso le cime de' monti furon le prime a scoprirsi, e alzar la fronte dall' acque: ad esse tener dietro i colli, i poggi, e tutto ciò che risaltava dal piano; ed ecco la superficie della terra divisa in varie correnti, che più si accostavano al mare, più divenivano convergenti, per metter foce, ed accoppiarsi con esso lui. In tale stato di cose, non tutto ciò che per mare, egli è vero mare: i suoi veri lidi non risaltano ancor dall' acque. La convergenza di queste verso l' Oceano miste delle perenni de' fiumi, e delle avventizie del diluvio verso l' Oceano confonde il mar vero coll' apparente, il quale va a poco a poco diminuendo, e riducendo la sua circonferenza a uno spazio viepiù minore. Il moto dell' acque, che compongono il residuo di questo mare apparente, è misto, e composto di varie correnti, che incontrandosi scambievolmente si modificano, onde finalmente risultane una sola. Or qui mi sembra di ravvisare la genesi de' nuovi alvei dei massimi fiumi. La direzione delle perenni, e costanti

lor acque nella combinazione dell'altre correnti dovendo in parte ubbidire anche alle lor direzioni al mare rivolte, e viepiù convergenti, avrà anch' essa colà piegato, e secondato alquanto il lor sentiere. E poichè più dette acque al mar si accostavano, più altresì affrettavano il loro corso, più altresì avranno influito nella direzione di essi fiumi viepiù torcendoli verso il mare. Io non pretendo di addur qui nè dimostrazioni, nè verità sicure, e certe, ma solo mi lusingo di recar conghietture colla guida del verisimile: poichè essendo avvenuta nel diluvio la massima rivoluzione sulla superficie del nostro globo, e non dovendo i letti de' fiumi massimi essere soggetti se non se alle massime mutazioni, ho giudicato ripetere sì la formazione de' nuovi alvei, come le tortuosità loro vicino al mare da questa così illustre epoca, qual' è il diluvio, dichiarandomi pronto ad abbandonarla, ove mi si assegni ipotesi alquanto migliore, e più verisimile. Aggiungo, che supposto il ritirarsi del mare al lido colle seguenti osservazioni del Montanari, e del Guglielmini, e di altri ancora (1), si scopre una nuova cagione di tanti serpeggiamenti presso del mare. I detti Autori osservarono, che i fiumi, e i torrenti, li quali entrano nel mare Adriatico, nella foce piegano il corso dalla destra alla sinistra, lasciando su quella scanni d'arena, che servono quasi di argine, e di sponda ai fiumi; anzi avanzandosi eglino con la lor punta verso la stessa parte sinistra, obbligano viepiù i fiumi a torcere verso d'essa. Entrati in mare, non perciò tosto abbandonano questa lor direzione, anzi la ritengono per qualche tratto, massimamente se il loro corso sia rapido, e violento; e di questa lor direzione ne resta quasi segnato, e impresso il solco nel fondo del mare. Ma perchè alla fine prevale la forza della marea, che ha una tendenza contraria da man sinistra alla diritta, spinge la corrente del fiume a secondare la sua direzione, finchè rimangano confuse, e indiscernibili l'acque del mare, e del fiume. Posto ciò si ritiri il mare dalla presente foce del fiume fino al sito, dove questo incomincia a seguire la direzione della marea. La fuga del mare non recherà veruna alterazione nella direzione da questa foce fino a tal luogo. Solo s' osserveranno due serpeggiamenti nel fiume, l' uno all' antica, l' altro alla nuova foce, dove caricandosi la diritta di nuovi banchi, e dossi d' arena, torcerà il fiume a mano manca, secondo la quale s' avanzerà entro il mare, fin che il flusso lo tragga, per così dire, nel suo rombo. Al ritirarsi del mare fino ad una situazione analoga all' antecedente, ecco due nuovi serpeggiamenti nel fiume, i quali si dovrian naturalmente moltiplicare all' occasione di vicende simili,

---

(1) Institut. Scient. Bonon. Vol. V. P. II.

e circostanze eguali; e se altri fiumi in altri mari sboccando saran suggetti alle istesse, o simili leggi di direzioni, s' avvereranno ancor per essi al retroceder del mare simili piegature; e più lento sarà il mare ad abbandonare l' antico lido, più spesse, più frequenti, e contigue dovriano essere al parer mio le nuove direzioni de' torrenti, e de' fiumi.

Mi rimane solo a render ragione, perchè alcuni monti sieno fecondi di soli torrenti, e non di fiumi, e all' opposito altri abbondino di questi, e non di quelli. A questa ricerca m' ha risvegliato una osservazione fatta sul Friuli Veneto, provincia ove i fiumi son pochi, e piccoli, i torrenti frequenti, e grandi: a due cagioni io ciò ascrivo, alla poca distanza del mare, e alla sterilità de' monti, da cui discendono l' acque. Essi monti nell' alto Friuli non son gran cosa rimoti dal mare, e non credo che la massima loro distanza giunga a miglia 60, e in parecchi siti assai meno. La catena di tali monti forma quasi un arco, o segmento di cerchio, la cui saetta, o corda è il lido del mare; quindi le direzion loro sembrano convergenti in modo, che alcuni torrenti anche grandi tra loro si uniscono, come le Celline, che metton foce nella Meduna: ed altri simili. I gran fiumi dice Aristotile vengono da' gran monti: *Maximi amnes maximis de montibus deferri videntur* (1), ed i gran monti per lo più s' avanzano entro terra, e son lontani dal mare. *C' est une loi assez constamment observée par la nature, que les montagnes, qui se trouvent plus eloignées de la mer, sont les plus elevées, et contiennent la source des plus grands fleuves* (2); e Buffon (3) aggiugne *en general les montagnes occupent le milieu des continens*. Osservasi, che viaggiando dalla città verso il monte, prima s' incontrano i poggi a' quali succedono i colli; a questi i monti, i quali più s' allontanano, più alzan la fronte verso del cielo. Ora i gran monti presentano maggior superficie alle nubi, e perciò maggior resistenza, e contrasto al lor varco: quindi esse raccolte, e condensate dai venti somministrano maggior acqua. I gran fiumi sono per lo più generati, e composti di altri influenti, che concorrono ad arricchirli. Ma per ciò ci vuole un lungo corso, nè il Po accoglierebbe il tributo di 40. e più fiumi, ed il Danubio di circa 200, se gli mancasse un lungo cammino. In un fiume di brieve corso non è possibile che entrino tanti fiumi. La natura non ha forze di generare tant' acque in un sì angusto tratto: non ha assai d' area per radunarle; nè tanta abbondanza in una ristretta provincia saria giovevole, ed utile ai suoi abitanti. L' altra

(1) Arist. Meteor. Cap. 13.
(2) Observ. sur le cours du Po par M. Caréna, Mélange de Turin. Vol. 2.
(3) Hist. Nat. Buffon. Vol. 1.

ragione per cui al Friuli mancano fiumi navigabili, deriva dalla qualità de' suoi monti. Questi sono per lo più sterili, aridi, composti di sassi, di scoglio, di marmo, atti a trasmettere immediatamente al basso tant' acqua, quanta ne han ricevuta dall' alto. I monti che contengono le sorgenti de' fiumi, abbondano di fonti, e boschi. Tale era il monte Ida, che da Omero chiamasi *πιδήεσσα scatebris abundans*, e da Orazio *acquoso*, il quale secondo quel poeta generava ben otto fiumi, e secondo Plinio assai più. L' Ida era ripieno di selve, e boschi, onde fabbricar navi. In fatti l' armata navale d' Enea, con cui approdò in Italia, era fabbricata sul monte Ida. Dove v' ha bosco, dicea Seneca, v' ha ancor acqua, *aquosissima sunt, quae umbrosissima* (1). Se è vero ciò che dice Omero del fiume Xanto, cioè che fosse molto profondo, e ripieno di vortici, e che dell' acque superflue inaffiava i prati di Troia, e se non è falsa la relazione del Bellonio recata dal Linneo (2), che in oggi i due fiumi Xanto, e Simoenta nella State sono interamente asciutti, e nel Verno due ruscelletti sì poveri d' acqua, che appena un' anitra può nuotarvi, converrà pensare o che l' Ida, dal qual discendono, non è più vestito di tante selve, o che sieno mancate varie delle sue sorgenti, o che per altri titoli siasi smarrita l' antica abbondanza d' acque. Perchè i monti s' impregnino d' acque, conviene che i loro strati sieno coperti di terra, ripieni di boschi, e prati, interrotti da fenditure, e da screpoli; nè mai gli altri, che presentano la superficie composta di una continua indivisibil pietra, raccoglieranno nel loro seno veruna gocciola d' acqua. Quindi la lunga schiera di monti scoscesi, e ignudi dall' Erice fin oltre Genova non genera verun fiume. Tal è quella del Carso nella Carintia, tal la Valastra, che a guisa di scoglio s' erge tra i monti di Reggio. La natura saggiamente dispose distribuendo i monti altri fecondi di fiumi, altri sol di torrenti. Se non v' avessero, che i soli torrenti, mancherebbe la navigazione, il commercio, l' innaffio de' campi, e de' prati oltre mille altri usi utili, e necessarj alla società; mentre i torrenti viepiù moltiplicati allagherebbero le provincie, e i regni, e ridurrebbero in alveo, e in ghiaia gran parte del continente: che se i monti non ci dessero che de' fiumi, eccoci senza marmi, senza minerali, senza altri generi, onde formar la calce, alzar edifizj, coprire le strade, ornare i palagj, e trarne mille altri preziosi vantaggi. In somma qualunque parte del Mondo volgasi l' occhio, scorgesi la natura, che ha scelto l' ottimo rispettivo al sistema, che s' era proposto nella fabbrica dell' Universo.

---

(1) Seneca Nat. Quaest. (2) Linnaei de Telluris habitabilis increm.

PIANO

DELLA SEPARAZIONE, INALVEAZIONE, E SBOCCO DE' TRE TORRENTI DI TRADATE, DEL GARDALUSO, E DEL BOZZENTE

DEL PADRE ANTONIO LECCHI.

Ho meco stesso più volte pensato d'onde avvenga, che, quantunque fino dal passato secolo, e dalla scuola del gran Galileo, e da tant' altri chiarissimi ingegni di là da' monti, e dal mare, siasi con ammirabili progressi coltivata la scienza delle acque, e di sì belle, e profonde speculazioni arricchita; non pertanto comune sia la querela degli scrittori idraulici, che l' architettura delle acque cammini con piede ancor vacillante, per difetto, e penuria di ben fondate, e sicure leggi idrostatiche. Se miriamo alle scoperte di tutto ciò, che concerne la condotta, e la divisione delle acque, e la loro misura, e la direzione de' fiumi, e de' canali navigabili, parrebbe giusto a dirsi, che siasi oramai al dì d' oggi perfezionato il sistema del moto delle acque correnti. Imperocchè di quante utilissime cognizioni siamo debitori all' acutissimo Galileo nel celebre Discorso *intorno alle cose, che stanno in sull' acqua, o che in quella si muovono?* E nella famosa lettera sopra il fiume Bisenzio, con quanta evidenza applicò egli la dottrina sua del moto accelerato de' gravi cadenti al corso de' fiumi negli alvei loro inclinati, e dalle leggi della resistenza, e della percossa venne scoprendo quali fossero le tortuosità, che ritardassero alle acque correnti la velocità, e quali no, e con qual teoría per condurre un fiume da un luogo più sublime ad un altro più basso, non posto nella medesima linea retta col centro de' gravi, abbia la stessa natura cercato d'incamminarlo, non già per una retta, ma per una curva, che poscia il dottissimo padre Grandi nelle sue note al Galileo, il Leibnizio, l' Ugenio, il Bernoullio, l' Ospitalio, ed altri dimostrarono essere la famosa cicloide?

Dietro al Galileo il p. abate Castelli monaco Cassinese s' inoltrò il primo ad altra rilevantissima scoperta, e fece osservare, che nella misura, e distribuzione delle acque correnti dovea calcolarsi la velocità, con troppo grossolano errore de' nostri buoni vecchi non avvertita, e dimostrò, che le sezioni di un medesimo fiume nello stato di

permanenza erano proporzionali reciprocamente alle loro velocità; con altri corollari da ciò dedotti. La progressione delle velocità de' gravi cadenti, scoperta già, e dimostrata dal Galileo, è stata quindi felicemente applicata al corso dell' acque dal Torricelli, dal Baliani, dal Guglielmini, dall' Ermanno, e da altri; e con ciò si è determinato con qual legge proceda la velocità delle acque correnti; e per conseguenza si è stabilita la base dell' idrostatica nella misura delle loro quantità relative. Le leggi poi del moto nel concorso de' corpi solidi, con quanta chiarezza, ed ampiezza dal dottissimo p. Grandi sonosi trasferite a' corpi fluidi o sia nel concorso di un fiume con un altro, o sia nella divisione di un fiume in più rami, o finalmente nel determinare le forze, colle quali l' acqua ne' canali inclinati preme il fondo, o percuote le rive, ed altri ostacoli opposti al suo corso?

Non pertanto, dopo tanti sforzi de' più chiari ingegni, e de' più esatti osservatori della natura, confessa ingenuamente il p. Grandi nella dotta sua Prefazione al Trattato del Movimento delle acque, *che non si è ancora bastevolmente illustrata questa materia nè secondo i suoi veri principj, nè con qualche ipotesi corrispondente agli effetti, e però equivalente al vero artifizio praticato dalla natura in condurre i fiumi, e i torrenti dall' alte cime de' monti, in cui hanno la sorgente loro, al vasto seno del mare, in cui trovano il loro termine.*

Se io debbo dire quello che sento intorno all' oscurità, ed incertezza dell' idrostatica, nello scioglimento de' suoi problemi, e d' onde nasca, che non tutte le teoríe astratte si adattino a quelle leggi, che prescrive di fatto la natura al corso delle acque, ho la ragione in pronto. Finattantochè nel movimento delle acque si considera la sola primaria affezione della gravità comune a' corpi solidi, e fluidi, e da questa si derivano gli effetti, con astrarre dal concorso di tutte le altre cagioni, le quali entrano a parte de' loro moti, le teoríe camminano felicemente, e le dimostrazioni riescono speditissime; perocchè i loro dati, ovvero supposti, sono notissimi, e pochi; come interviene nella geometria elementare, le di cui proposizioni facilmente s' intendono, perchè il più delle volte poco altro suppongono, che la sola idea, o definizione della figura, e qualche assioma. Ma se in qualsiasi problema idrostatico vorremo prima discernere ciò, che aggiunga la ragione della fluidità alle comuni affezioni de' corpi pesanti: se vorremo supporre il concorso di tutte quelle cagioni, e circostanze, dalle quali o si produce, o si varia, o si accresce, o si scema l' effetto del movimento delle acque; qui è, come ben nota il Guglielmini, dove nasce l' incertezza, e l' arduità dell' accertate risoluzioni; come appunto nella più astratta geometria riesce cotanto

astrusa la ricerca delle linee di più alto grado, solamente perchè i supposti si accrescono di numero.

Molto più poi quando non solamente la moltiplicità de' dati ingombra la deduzione dell' effetto; ma eziandío la loro nota incertezza. E per non tenerci sempre su termini generali, senza il lume de' fatti, e de' problemi particolari, figuriamoci, a cagion d' esempio, che ad un torrente vogliasi aprire una nuova inalveazione, come appunto si è fatto del Gardaluso, e del Bozzente. Se in questo progetto non dovesse badarsi, che ad un solo dato, o supposto, cioè al principio movente della gravità comune a' corpi solidi, e fluidi, la risoluzione, è tanto facile, quanto sarebbe quella di far decorrere con più, o meno di velocità sopra un piano inclinato una palla rotonda. Ma ad accertarne l' esito, e la stabilità di sì fatta inalveazione, quante svariatissime supposizioni ci converrà prima esaminare? Se il torrente seco trae copia di ghiaia, e rena, e terra, non basterà al corso delle sue acque qual si sia moderata pendenza del nuovo alveo, determinata dalla livellazione, ma gli sarà d' uopo una cadente molto maggiore per mantenersi scavato il suo fondo, e per trasportare le materie pesanti.

Per descrivere poi questa cadente colla pendenza necessaria ad impedirne il riempimento dell' alveo, s' affacciano altre nuove difficoltà. Imperocchè è costante sperienza, che diversi fiumi, e torrenti hanno diverse pendenze, e che ciascuno ha la sua particolare, determinata dalla natura, la quale come avverte Eustachio Manfredi, venendo per avventura a scemarsi, ben presto esso tornerebbe a riacquistarla colle deposizioni, o pure accrescendosi, tornerebbe a sminuirla colle corrosioni; nè v' è altra sicura regola per definire quanta ella debba essere in ciascun fiume, o torrente, che consultare lo stesso fatto, coll' osservazione di quel medesimo torrente, che si vuol divertire; e questa stessa osservazione dee essere accompagnata da altre sottili cautele, acciocchè serva di norma. Accertata la pendenza della nuova inalveazione fino allo sbocco libero, o non impedito, nè alterato da qualunque rigurgito, un gran pensiero è quello di poter definire su quali misure d' altezza d' argini, o di rive, e di larghezza di fondo circoscrivere si debba l' alveo della derivazione, sicchè il torrente vi si contenga in ogni combinazione di stati d' acque alte, e mezzane, con quel vantaggio di più, che ragionevolmente si dee antivedere per il caso o del solito affettamento degli argini, o dell' alzamento del fondo, o delle straordinarie escrescenze.

Nella condotta poi de' torrenti s' incontrano altre difficoltà loro proprie, e che debbonsi prevenire. Questi non hanno stato di permanenza; in poche ore passano dalla massima altezza, all' infima

bassezza, e si asciugano. Or chi può ridire a quanti sconcerti, ed alterazioni soggiaccia il fondo de' torrenti per una tal incostanza? Un maggior corpo d'acque richiede minore inclinazione, e però si adatta un maggiore scavamento; ma poi scemandosi la piena, ripiglia tosto il torrente una maggiore declività, con nuove deposizioni. Che se il torrente può condursi ad isboccare nel letto d'un fiume, vi vogliono bensì molte regole d'arte, e molte notizie di fatto; ma cotesto sbocco è facilissimo, e sicuro. Se finalmente alla nuova inalvazione sarà disdetto lo sbocco in altro vicino fiume, come accade qui a' tre torrenti di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente: se alle piene non potrà darsi altro scarico, che quello di molte diramazioni tra via, e d'uno sbocco in vaste pianure di brughiere, e di boschi, ove le acque si spandino, e vi si consumino interamente, qui è dove si avviluppano altre più gravi difficoltà. Con quanta esattezza allora e di osservazioni, e di calcolo si dovrà confrontare, e bilanciare e nella durata, e nella copia la portata della piena col suo spandimento, e consumo, sicchè non trascorra ne' campi coltivati? E le diramazioni medesime, e gli spandimenti in piani di differente livello, con quante manifatture di canali, e d'arginature regolare si vogliono, come dirassi a suo luogo?

Ho fatto questo semplice cenno per dimostrare quante differentissime supposizioni involga la risoluzione di qualsisia de' più triviali problemi d'idrostatica, e d'onde avvenga l'oscurità, e l'incertezza, tosto che da una teoria circoscritta da pochi dati, e notissimi, si passa al fatto, ed all'operazione contrastata da molte altre leggi della natura, tuttavia incognite. Qui è dove all'architettura dell'acque manca l'appoggio delle sperienze, e delle osservazioni. E per non dipartirci dall'esempio addotto nelle nuove inalveazioni de' torrenti, ognun sa, che lo scoglio fatale, ove rompono tutti i progetti delle loro diversioni, è il facile riempimento de' loro alvei, ed il continuo alzamento de' loro fondi; ed una delle primarie origini di questo disordine, a differenza de' fiumi, si è, perchè questi camminano con un corpo permanente d'acque, e perciò con un'azione incessante si scavano, e si adattano la pendenza del fondo; laddove le piene temporanee de' torrenti gran copia di ghiaie, e di terra si tiran dietro da' colli, e da' monti, e le loro irregolarità di presto scemamento la fanno ogni volta depositare sul fondo per difetto di forze, e di continuata azione. Oltre di che spesso accade, che lo strato della deposizione rimasta dalla precedente piena, a letto asciutto, e riscaldato dal Sole, s'indura tanto per le qualità della terra cretosa, mista con arena, e ghiaia, che la sopravvegnente piena non ha più forza di solcarlo, e di trasportarlo; e però di piena in piena si vanno ammucchiando sempre nuovi strati, ed alzamenti di fondo, e

nel giro di brevissimo tempo si ottura il cavamento già fatto con gran dispendio. Somiglianti accidenti ci sono pur troppo famigliari.

Or nella condotta de' torrenti ad impedire un sì rovinoso effetto di riempimento de' loro alvei, quanto sarebbe desiderabile, che in molte parti dell' Italia almeno si facessero, esattissime osservazioni di quale maggior pendenza convenga darsi a' medesimi, per mantenersi scavato l' alveo, avuto riguardo alla qualità, ed alla quantità o delle materie, le quali seco si traggono, o delle piene; e quali siano quelli, che si alzano il fondo, e quali no, in parità di tutte le altre circostanze. Una copiosa raccolta, ed una serie ragionata di queste notizie di fatto, ben sicure, e con replicati sperimenti accertate da valenti professori, ci darebbe un gran capitale, ed appoggio per fissare finalmente una massima tanto essenziale della pendenza da prescriversi alle nuove inalveazioni de' torrenti, ed allo stabilimento de' loro letti a differenza de' fiumi.

E senza divagarci in altri esempj ed allontanarci dal regolamento de' soli torrenti, quante sperienze, ed osservazioni ci mancano nel caso, in che vogliasi deliberare o di separarli in più diversioni, o di riunirli in una sola inalveazione? Se i loro nuovi cavamenti si debbano regolare sulle stesse misure di larghezza di fondo, ed altezza di rive, sulle quali si praticano le nuove inalveazioni de' fiumi, ovvero se tra gli uni e gli altri vi corra un gran divario, non abbiamo su ciò una teoria di regole appoggiata all' induzione di molti sperimenti. Imperocchè se al torrente, come al fiume, si vuol dare una larghezza di fondo proporzionale alla massima portata delle sue piene, che ne avverrà? Al calare di queste, ovvero alle mezzane piene una tanta larghezza sarà soverchia; e quindi ne seguirà rallentamento di moto, serpeggiamento di corso, ed ogni volta grande interrimento, e riempimento del fondo: che è quel peggior male, a che soggiaciano le nuove inalveazioni. Se poi, come la ragione par che insegni, e la sperienza ancora, al letto de' torrenti convenga dare minor larghezza di fondo, e molto maggiore altezza e di rive, e di arginature, sicchè quanto si scema la dilatazione del fondo, tanto si accresca di grado in grado quella delle rive inclinate, e delle arginature distanti dal ciglio delle rive, questa mi parrebbe la norma più giusta, ed il mezzo più acconcio d' impedire le deposizioni; mentre in ogni stato d' acque alte, mezzane, e basse il torrente terrebbesi sempre incassato, come dicono, per tutti li gradi de' suoi decrescimenti proporzionali alle minori larghezze, e l' azione delle sue acque, sempre unite sul fondo, non verrebbe mai meno al moto delle torbide, ed al trasporto delle materie.

Su questa norma io aveva già prescritte le misure delle nuove inalveazioni de' tre torrenti di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente,

da separarsi, come dirò a suo luogo; ma perchè il volgo non è avvezzo a far differenza tra torrenti, e fiumi, nè mai sale ad iscoprire la vera origine del loro riempimento, perchè o all' interesse, o al travaglio, o alla fantasia de' direttori, non si adattano cotesto più esatte prescrizioni di massima pendenza di rive stabili, e di sode arginature situate in maggior distanza dall' orlo delle stesse rive; per tutto ciò non si è praticata da pertutto questa regola di scavamento, non per anco introdotta.

Ma intanto di quanto lume alla direzione de' torrenti sarebbe, se li medesimi professori si applicassero di proposito a riflettere, se una tal forma d' inalveazione più che altra conferisca allo scavamento del fondo, col paragone degli effetti, e con rilevarne le cagioni: ciò, che ne' torrenti è l' oggetto primario? Da quanti volgari errori sarebbe in breve tempo liberata la comun pratica, quando da simili osservazioni si fissassero regole certe della forma dello scavamento?

Nè di minore oscurità, per difetto di saldi principj, e di accurate sperienze, si è l' altro problema del congiungimento, o della separazione de' torrenti: voglio dire, se l' unione di più torrenti in un solo comune alveo più conferisca allo smaltimento delle materie, o più concorra ad accrescervi le deposizioni, ed il riempimento. Nè qui ha luogo la regola del concorso di più fiumi in un tronco comune, dove il maggiore, e costante corpo d' acque unite più vale al suo scavamento di quello che all' alzamento pregiudichi la materia, che vi si conduce da' fiumi influenti. Ma ne' torrenti dissomigliantissimo è il caso. Le piene di questi confluenti in un alveo comune non accadono nel medesimo tempo, ma si succedono l' una all' altra con intervallo per la distanza delle loro origini, e per la diversità, e successione delle piogge, e de' temporali ne' monti. Cessata la piena d' un torrente, sottentra quella d' un altro nell' alveo comune, ed al terminare di questa si fa vedere la piena di un terzo influente, venuto da parti più rimote. E che ne avviene? Ciascun torrente da se incontrandosi in un alveo più dilatato di quello, che si convenga alla portata della sua particolar piena, a primo ingresso nel tronco comune si scema d' altezza, di velocità, e di forza, e quivi abbandona le materie, prima sostenute, o rotzolate sul fondo; e così fanno di mano in mano tutti gli altri torrenti, i quali vi entrano con successione, e varietà di tempo, e ne riempiono l' alveo.

Un sì fatto equivoco di trasportare le regole del concorso di più fiumi in un solo all' unione di più torrenti in un alveo comune, ha già recato tempo fa sconcerti gravissimi a qualche provincia; e sarebbe desiderabile, che ogni volta se ne registrassero gli errori, e gli accidenti tutti, i quali accompagnarono l' infelice riuscita

di simili tentativi, per derivarne quindi generali regole, su cui gl' idrostatici appoggiare potessero in avanti le loro risoluzioni.

Ma poi o si tratti del concorso di più fiumi, o di più torrenti in una comune inalveazione, su quali sperienze, e massime potrà definirsi qual debba essere, nelle diverse parti dell' alveo da farsi, la pendenza del fondo, che è la base dello stabilimento del loro corso? Qui l' idrostatica ci abbandona, nè ci dà lume di osservazioni. Al più al più ella c' insegna, che un maggior corpo d' acque richiede minore inclinazione, e che perciò la cadente dell' alveo comune dovrà essere di mano in mano più declive da fiume a fiume, da torrente a torrente, procedendo verso le parti superiori. Ma qui nota acutamente il celebre Eustachio Manfredi nella terza parte del suo Compendio, ed Esame del Corradi, che questa astratta notizia non basta, e che converrebbe, che l' arte, o la lunga osservazione insegnassero, fatto il calcolo della portata dell' acque, ed avuto riguardo alla natura del fondo, quanto precisamente debba essere la declività dell' ultimo tronco del fiume, e quanto importi tale accrescimento da un fiume, o da un torrente all' altro: *Altrimenti*, dice egli, *se queste quantità non si determinano che a discrezione, si potrà per avventura far un lavoro, che in un tratto assai lungo senza discrezione si scosti dalla dovuta postura del fondo, da cui dipende quella degli argini*. L' altezza poi assoluta di questi sopra il fondo variabile, ed incerto, come potrà ella regolarsi? Con quale estimativa si determinerà la larghezza all' alveo comune, non quale si vorrà dare arbitrariamente al fiume in diverse sue parti, ma quale gli vorrà dare la natura inesorabile nelle sue leggi di declività, e di larghezze adattate alla condizione di ciascun torrente?

Sulle medesime incertezze cammina l' altro problema della separazione de' torrenti, ciascun de' quali nella sua diversione richiede molto maggiore declività di quella, che aveva nell' alveo comune; altrimenti li torrenti separati si riempiono, e si alzano di fondo con desolazione delle campagne. Ma su quali sperienze d' altri minori torrenti per rapporto a' maggiori appoggiare si possano dall' architetto le sue determinazioni intorno alla pendenza da assegnarsi al torrente separato, ed intorno alle altre dimensioni dell' alveo suo, nessuna costante induzione d' osservazioni raccolte dagli Scrittori ci porge lume di regole certe.

A giustificare adunque la comune querela degli scrittori ho prodotti li soli esempj de' torrenti, de' quali io qui sono per trattare. Del resto il sistema tutto del moto dell' acque è tuttavia vacillante per difetto d' osservazioni. *Converrebbe*, dice il padre Grandi nella Prefazione al suo Trattato, *converrebbe prima, con pubblica autorità, di persone pratiche, fedeli, e diligenti, che unicamente la pura*

verità de' fatti cercassero, e non da impegno, parzialità, od interesse alcuno prevenute fossero, far fare varie sperienze, e numerose osservazioni esattissime degli accidenti, che occorrono nel corso de' fiumi, circa l' altezza delle maggiori escrescenze, e le varie circostanze che le accompagnano, e circa i limiti della bassezza maggiore, a cui si riducono nelle stagioni più secche, e circa la velocità, con cui scorre la superficie di essi in varj siti, secondo che più si scostano dalla origine loro, e non solamente nel filone, ma ancora più vicino alle rive, e ciò in diversi stati di ripienezza di esso fiume, e di più in varie profondità di ciascuna sezione, e prima, e dopo il concorso de' loro influenti, ed altre simili particolarità, che possono dare gran lume per dichiarare questa oscurissima natura del moto dell' acque, e dare occasione di specolarvi sopra, e rinvenire i veri principj. Un abbondante raccolta di queste notizie di fatto, ben sicure, e con replicati esperimenti accertate, oh quanto buon capitale sarebbe per accingersi all' impresa tanto necessaria, e tanto bramata, di stabilire, e di fondare le massime più essenziali, che mancano a questa scienza! Fin qui il p. Grandi.

Ma a questa magnanima idea si oppongono gravissime difficoltà nella pratica esecuzione. Le osservazioni, che si vorrebbero intorno al corso dell' acque, non sono mica da qualsisia professore egualmente facili a farsi, come molte della esperimentale Fisica, le quali e con l' uso di pochi stromenti, e senza dipartirsi dalla propria casa, o città si vanno ogni dì avanzando. Nella materia dell' acque vi vorrebbero lunghi, e faticosi viaggi, ed il soccorso di molti in varie parti, per confrontarne i fatti particolari. Vi vorrebbe una storia esperimentale di tutte le generali, e particolari affezioni de' fiumi, e dei torrenti, e de' maravigliosi accidenti, i quali si scoprirebbero in questa continuata ricerca; ed in somma non vi vorrebbe meno d' un' Accademia d' uomini ben addottrinati, i quali ad illustrare materia così importante volgessero tutte le forze de' loro ingegni. Ma nè al patrimonio, nè allo zelo de' soli privati si confanno le spese, ed il travaglio, che richiedono tante osservazioni: onde conchiude quì lo stesso p. Grandi: *Conviene aspettare la mano benefica di qualche Principe, a cui sia a cuore una sì grand' opera, e la voglia coll' autorità sua, e col suo soccorso promuovere.*

Sebbene avvi ancora un' altra via più spedita per conseguire lo stesso fine. Non v' ha Provincia, o territorio, in cui non si rinnovino simili operazioni intorno a' fiumi, o torrenti, o canali regolati; ed in ciascuna di queste da' Professori non rade volte si producono nuove, e ben fondate notizie, che servono di base al divisato lor Piano. Or di quanto accrescimento alla Scienza dell' acque sarebbe, se in ognuna di queste più rilevanti condotte di fiumi, di torrenti, o

di canali si perpetuassero colle stampe le osservazioni de' più eccellenti, ed esperimentati Professori del paese, adoperati in somiglianti opere, molto più, se prima contrastate, e giudicate di esito incerto? Qui certamente avremmo molte teorie appoggiate al fatto visibile; ed in queste particolari trattazioni si verrebbe accrescendo la raccolta di tutte quelle più recondite proprietà de' fiumi, sulle quali l' Architetto venne formando il suo Piano, non a norma del capriccio, ma delle leggi immutabili della natura. In fatti le tante antiche e moderne opere de' più famosi Scrittori del nostro, e del passato secolo, comprese nella Raccolta di Firenze, in occasione delle note controversie della inalveazione del Reno di Bologna, di quanto accrescimento saranno all' Idraulica? Quante nuove regole, ed osservazioni ci hanno elleno somministrato? E chi ci vieta d' insistere sulle orme di quelli, e di trasmettere a' posteri tutti que' maravigliosi accidenti, ne' quali talvolta si scontrano fortunatamente li Professori in qualsisia delle loro nuove operazioni eseguite o per comando del Principe, e del Pubblico? Perchè anzi con iscapito delle scienze si seppelliscono nella obblivione? De' nostri tre celebri canali, di Muzza, e de' due Navigli qual altra memoria ci rimane ora, se non se quella del tempo della loro costruzione, e d' altre poche notizie, niente concernenti al maraviglioso artifizio della loro condotta? Ma di quante utilissime cognizioni avrebbono arricchita la scienza Idraulica que' valentissimi Architetti, se non ci avessero defraudato di tutte quelle tracce, sulle quali si condussero essi ad un piano così ben divisato? Di quanto ammaestramento a' Professori sarebbe in oggi la storia delle loro osservazioni? E perchè mai all' imboccatura de' canali si preferisse da essi una situazione più che un' altra; su quali regole, e limiti stabilissero l' alzamento dei sostegni ne' fiumi Adda, e Ticino; e su quali sperienze della portata delle massime piene regolassero con tanto accerto lo sfogo delle medesime, sicchè in ogni stato del fiume le acque del canale si sostenessero ad un costante livello? Tutte queste, e cento altre acutissime osservazioni fatte da que' valenti Architetti, se registrate fossero partitamente, ci darebbono una perfetta teoria della condotta di qualsisia canale.

Ed ecco per qual fine io siami indotto a pubblicare colle stampe il Piano della separazione de' tre famosi torrenti di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente. Molti anni prima dello stabilimento di questo piano, quanti viaggi sonosi intrapresi da' nostri ottimi Architetti fino alle origini de' torrenti, quante visite si sono rinnovate; e quante controversie, ed osservazioni precedettero alla scelta d' un piano, più che d' un altro? Il frutto di tante fatiche, di tanti studj, e di tante sperienze con qual ragione dovrà ora gittarsi in

dimenticanza, e defraudarsi alla memoria, ed alla instruzione de' posteri, come pur troppo è accaduto ne' tempi passati? E se dalle scoperte, fatte in questa occasione intorno alla condotta de' torrenti, può trarsene qualche accrescimento alla scienza Idraulica, chi sarà, che lo disapprovi, o ne riprenda il fine?

Sebbene molte altre gravissime ragioni mi hanno mosso a questa deliberazione; l' affare della separazione de' tre torrenti è divenuto oramai il soggetto delle conversazioni più geniali: tutti ne parlano, molti decidono a lor talento, e pochissimi assai sono quelli, i quali ne sieno informati, ovvero abbiano dato un passo a considerarne il fatto e la partizione, e l' economia tutta delle loro diversioni; e questi sogliono essere parlatori i più eloquenti. Or egli è troppo giusto, ed alla comune soddisfazione necessario, che io almeno sottoponga agli occhi di tutti il da me creduto vero Piano, quale si è meditato in tutte le sue parti, e si confronti da chi che sia con quello, che si è fin ora eseguito. Imperocchè mentre scrivo, come si è riconosciuto nell' ultima Visita de' 13. Maggio 1762, rimangono tuttavia sospese molte rilevantissime operazioni. Le diramazioni del *Bozzente*, e le arginature ne' boschi d' Origgio sono imperfette, onde le acque decorrono tutte nel canale di mezzo, senza spandimento, e consumo, e però vanno a caricare gli argini inferiori, ed a soverchiarli. Non si è tuttavia perfezionata una rilevante diversione d' acque pluviali dal vecchio cavo del Gardaluso; ed alla nuova inalveazione dello stesso torrente manca una primaria diramazione, stabilita concordemente da' Periti fino dalle prime Visite superiormente al sito denominato *della Croce*, come apparisce nel Disegno, essendosi premeditato questo scarico per il caso delle massime escrescenze. Le diramazioni poi di questo torrente medesimo al suo sbocco sulle brughiere da' particolari possessori sonosi appena incominciate; e Dio voglia che tra questi, o per meglio dire, tra' loro Agenti non entrino rivalità, o fini di privato interesse, i quali frappongano ostacolo all' universale spandimento dell' acque, ed alla bonificazione di tutti gl' incolti terreni, fino a consumarle interamente. A' sostegni delle Valli di Tradate, e del Gardaluso manca la stabilità del loro piede, o sia la travatura attraversante l' ultimo finimento del Piano inclinato, da cui decadono le acque del torrente; e quello che più rileva, non so quando si penserà seriamente all' imboschimento delle valli, che è il primario soggetto, ed uso de' sostegni, e la base di tutti i provvedimenti per impedire il riempimento degli alvei de' torrenti. Quanto poi alla giusta posizione delle arginature del torrente di Tradate, le quali non si aggravino sull' orlo delle basse rive stabili, ma si allarghino in distanza di due braccia almeno dal ciglio delle medesime, sicchè non ricadano nell' alveo, e ne dilatino l' ampiezza; di cotesta

prescrizione e regola comunissima in sì fatte opere, non se ne vede ancora l' effetto.

Di chi siane la colpa io nol so, nè tampoco giova il saperlo; dico bene col celebre Eustachio Manfredi nella terza parte del suo Compendio, ed Esame del Corradi, dico che in somiglianti opere *una omissione, od un errore, che si faccia, è tanto più considerabile, quanto più vasta è l' opera, e non può esser sì piccolo, che non sia di gran conseguenza.* Dico che alla giusta stimativa della bontà, e facilità di qualsiasi piano egli è di dovere, che sempre si paragoni tutto quello, che erasi proposto, ed ordinato, con ciò, che si è eseguito, o tralasciato. E però a facilitare un tal confronto, io mi fo ad esporre al Lettore il Piano della separazione de' tre torrenti in tutta la sua estensione, e nelle sue più minute parti. Forse avverrà col tempo, che o la sperienza, o la ragione, o la suprema podestà diano l' ultima spinta al compimento delle opere ancora sospese.

Mi si opporrà, che alle diversioni di due torrenti del Gardaluso, e del Bozzente si è preparato un alveo presso che rettilineo, dove le acque decorrono senza svolgimenti, e però non tormentano le rive e le arginature; laddove il Torrente di Tradate si è semplicemente restituito all' antico suo alveo, in molte sue parti tortuoso; e con sì fatto andamento non potrà giammai avere sussistenza. A questa popolare opposizione rispondo primieramente, che un cavamento rettilineo, dal punto della diversione al termine dello sbocco, dee sempre preferirsi ad un altro tortuoso, quando la scelta del primo partito sia in arbitrio dell' Architetto, quando da' Signori Interessati si voglia concorrere liberalmente al maggior dispendio della compera de' terreni coltivati, per dove può condursi il nuovo cavo rettilineo. Fin qui non vi può essere altro disparere, se non quello forse da me dimostrato in altra mia dissertazione, cioè, che li torrenti non si conservano lungamente senza serpeggiamenti quell' alveo rettilineo, in che furono la prima volta introdotti.

Ma sia come si voglia: quando altrimenti non possa farsi per non entrare in soverchie spese, chi dirà mai che un torrente tortuoso non possa sussistere? Questa nel caso nostro sarebbe una protesta contro al fatto. Non è andato il torrente di Tradate per questo medesimo alveo tortuoso per anni dugento e più senza querela? Può figurarsi prova più convincente? E se negli ultimi nostri tempi questo torrente si è sviato dal suo corso, e si è introdotto nel Gardaluso, non se ne dee incolpare la sua tortuosità antichissima, ma sì bene la discordia de' vicini possessori, e l' ingordigia di derivare le sue acque su' fondi de' boschi con canali manofatti, lasciandole poi a talento decorrere dove le portava la naturale pendenza a congiungersi col Gardaluso. Del resto, fintantochè gli uomini non hanno fatte

abuso delle sue acque, il torrente di Tradate si è contenuto fra i suoi limiti, nè giammai ha minacciato il suo congiungimento col Gardaluso. Adunque chi ci vieta, che si ritorni all' antico andamento del torrente nel caso, in cui li signori Interessati non vogliano, o non possano soggiacere alla esorbitante spesa d' una nuova inalveazione rettilinea? Sarebbe troppo sprovveduta di mezzi la Scienza delle acque, quando le fosse disdetto di approvare, o di permettere a' torrenti un corso tortuoso. E quanti ne abbiam sotto l' occhio in ogni parte della Provincia tortuosi, e serpeggianti? E questi reggono, e sussistono per più secoli.

Mi si dirà, che le tortuosità cagionano corrosioni nelle parti convesse delle rive, dove si ripiega il corrente, e quindi levano il piede, e sostegno alle soprapposte arginature. Ma io ripiglio, che ad impedire l' effetto nocivo delle tortuosità, già si sono suggeriti que' medesimi ripari facili, e di pochissimo dispendio, che si adoperarono cento, e dugento anni fa nello stesso torrente, de' quali se ne veggono le vestigia. Oltre di che, se la postura degli argini sarà in distanza d' alquante braccia dal ciglio delle rive stabili, come suol praticarsi, e prescriversi da tutte le buone regole, non si correrà il pericolo, che le corrosioni tanto s' avanzino ad iscalzare l' appoggio delle arginature. Perocchè, come ben dimostra il Galileo delle tortuosità del fiume Bisenzio, queste, compito l' arco, hanno i loro limiti, nè più le corrosioni procedono innanzi. Se è così, mi ripigliano alcuni, il carico della manutenzione sarebbe gravoso. Ma la risposta è pianissima. Non dee dirsi soverchiamente gravoso quel carico di manutenzione, per il quale si è calcolato il proporzionale prezzo nella deliberazione dell' asta: nè con abuso di vocaboli può chiamarsi insussistente la vecchia inalveazione del torrente di Tradate, perchè ogni anno richiederà o qualche espurgazione dell' alveo, o un qualche risarcimento delle arginature. Le stesse, ed incomparabilmente maggiori riparazioni richiedono li nostri canali di Muzza, e de' due Navigli; nè per tutto ciò si possono dire insussistenti. Altrimenti qualsisia contratto nel quale inchiudasi la manutenzione, col medesimo pretesto potrebbe eludersi.

Anzi io passo innanzi, e per amore del pubblico bene dico francamente, ed avverto, che se alla manutenzione d' un' opera sì grande, si opporranno tergiversazioni, lentezza, e contradizioni, rovinerà in breve l' opera tutta; come accaderebbe appunto a' nostri canali quando sul momento non si accorresse al riparo delle prime rotture, ed ogni volta si dovesse muover una lite con chi ne ha il carico per contratto. Che se cotesto carico di manutenzione per dieci anni si riputasse sproporzionato al prezzo pattuito, apparterrà bensì all' equità dell' eccelsa Giunta l' uguagliare le forze al peso, ed abilitare i Direttori a sostenerlo; ma non si dovrà giammai deviare

dalla massima rilevantissima della manutenzione comune a tutti i fiumi, e torrenti, e canali regolati.

Finalmente rimarrebbe a dirsi alcuna cosa d' una eccezione, la quale se ricadesse tutta sopra di me, si potrebbe lasciar correre tal quale si spaccia a sollazzo di certuni; ma perchè fomenta nel volgo un errore di massima, dee qui rifiutarsi. Dicono questi, che nell' affare dell' acque, e de' fiumi la pratica è di gran lunga superiore alla teorica: che i soli pratici dovrèbbero ascoltarsi, senza intromettere i matematici, nati fatti alle sole astratte specolazioni di nessun prò all' umana repubblica. Cotesta è una rancida antichissima cantilena, la quale si va rinnovellando ogni volta che vi concorrono le stesse circostanze o d' ignoranza, o d' interesse, o d' emulazione, o di partito. E ben si vede, che il mondo cammina sempre sulle stesse ruote, ed è raggirato dalle medesime passioni non più in un secolo, che in un altro.

Ma prima ch' io separi il vero dal falso d' una diceria assai volgare, mi conviene a buona equità distinguere cotesti pratici dozzinali, che così parlano all' impazzata, dal ruolo d' altri molti rispettabilissimi, i quali, a vero dire, sono finissimi teorici, senza quasi avvedersene, come bene avverte Eustachio Manfredi. Imperocchè dalle loro osservazioni diligentissime della natura, e de' movimenti delle acque eglino si sono già formate in mente le vere regole, la vera teoria, almeno de' fiumi particolari, su' quali per la loro professione, ed impiego vi hanno studiato molti anni; e questi voglionsi consultare ogni volta da' matematici, a' quali presentano una veridica informazione dell' indole propria di ciascun fiume, e de' suoi più straordinarj accidenti. Or cotesti pratici forniti di talento, vanno di concerto co' matematici, de' quali intendono la ragione, e la confermano colle loro sperienze passate.

Evvi poi un altro genere di pratici, i quali non sono capaci in gran tempo di farsi in mente una raccolta di buone massime, somiglianti a que' disgraziati, che per la tenuità de' talenti spendono gran parte de' loro anni nel far pratica di chirurgia, o di medicina, con rimanersene in fine rozzi, e crudi, quali erano il primo dì; e quindi fuori delle stesse stessissime circostanze di qualche caso già ad essi cognito, si trovano al buio, nè sanno come, e dove uscir dal labirinto, in cui si vedono avviluppati. Oh questi sì, che non soffrono un momento la società de' teorici, i quali presto discoprirebbono o il loro corto intendimento, o il comune errore. Amano eglino le tenebre proprie, ed altrui, perchè in queste meglio fanno le faccende loro; e però al primo presentarsi d' alcun matematico di professione, vanno tosto alle grida contro di esso, come di persona inutile, e dell' altro mondo; e io farei torto a me medesimo, se queste

punto m' inquietassero. Unicamente per comune ammaestramento, e trattenimento piacevole ancora di chi legge, vo' riferire qui non un apologo, ma un famoso avvenimento, per dare un saggio di quel che vaglia questa seconda fazione di pratici, e per dubitare almeno, se quelli, i quali dalle pubbliche deliberazioni vorrebbero bandire la matematica, la geometria, la filosofia, ed ogni altro discorso di ragione, come fa l' Alcorano co' suoi seguaci, sieno poi sempre di tal peso da sbilanciare, e prevalere a' matematici nel vero accerto degli affari. Eccone il fatto succinto.

Trattavasi più d' un secolo fa (e gli esempi de' tempi rimoti sono meno sospetti, che quelli della nostra età), trattavasi avanti il Senato Veneto della tanto importante controversia dell' interrimento della Laguna di Venezia, e de' suoi porti, e de' mezzi per impedirlo; ed i pareri si dividevano in due partiti. Il primo assai numeroso, e popolare era quello de' pratici: il secondo diametralmente opposto, ma solitario, era il parere del p. Castelli, e discepolo del gran Galileo, fondatore, e maestro della scienza dell' acque, al quale si accostò poscia quello del p. Bonaventura Cavalieri, matematico di Bologna, e grande ornamento, e gloria della comune nostra patria. I primi ascrivevano tutta la cagione del riempimento della laguna a' molti fiumi, i quali entro vi sboccano, e vi portano le torbide; e però avendo eglino già divertita la Brenta dalla laguna, consigliavano simigliantemente la diversione del Sile, e degli altri quattro fiumi. Il Castelli s' oppose solo al parer di tutti. Dimostrò egli, che dopo divertita la Brenta, l' interrimento s' era fatto maggiore: che a mantenere lo scavamento della laguna, e de' porti, e l' alzamento delle acque sul loro fondo ad uso della navigazione, più conferiva l' azione incessante de' fiumi, e la copia delle acque loro, di quello che pregiudicassero le torbide, le quali di tanto in tanto vi si conducono: che la vera cagione dell' interrimento de' porti procedeva dal mare, il quale agitato da' venti, solleva moli immense d' arene, trasportandole col flusso, e coll' impeto dell' onde dentro la laguna, la quale dal canto suo non avendo forza di corrente, non le tiene sollevate, risospingendole nuovamente in mare: che anzichè divertire il Sile, e gli altri quattro fiumi, esortava egli ad introdurvene quant' altri si potessero, affine di prevalere con le correnti de' fiumi all' effetto dell' onde marine. Consigliò in fine a sospendere la diversione del Sile, e degli altri quattro fiumi: impresa, che non si poteva fare, se non con più d' un milione d' oro, e dalla quale sarebbero seguiti assolutamente danni irreparabili.

Ma prevalse la fazione popolare de' pratici. Si divertì il Sile con immensa spesa, e danno pubblico; e la Laguna di Venezia sarà sempre un memorabile esempio di quello, che sieno i pareri o

di molti, che seguono la fantasia, non la ragione, o d'un solo, che non si attiene, che agli insegnamenti della natura. Ond'è, che il celebre, e dottissimo uomo Bernardo Trevisano nell'elegante suo Trattato della laguna di Venezia sua patria dimostra, che questa non ha mai risentito gran danno dal lasciarla, che fecero gran tempo, in quello stato, in che era, ma sì bene dall'inquietudine, dic' egli, e dall'ignoranza, ed avarizia di molti, i quali al suo quasi distruggimento vi cospirano col dispendio di molti milioni d'oro per divertire da essa tanti gran fiumi. E quindi fassi egli a terminare il suo Trattato colle parole stesse del p. Castelli, allorchè dissuadeva la diversione del Sile: *E quando*, dic' egli, *mi si pronunzierà la sentenza contro, appello al tribunale gravissimo, ed inesorabile della natura, la quale non curandosi punto di compiacere nè a questo, nè a quello, sarà sempre puntuale, ed inviolata esecutrice de' suoi eterni decreti, contro de' quali non avranno mai forza di ribellare le deliberazioni umane.*

Ma intanto chi può ridire gl' insulti, a' quali soggiacque il grand' uomo in tutto il tempo in cui durò la contesa? Non sarà discaro a' lettori, che io qui riferisca quello, che egli scrive famigliarmente all' eccellentissimo sig. Giovanni Basadonna; e vedremo un ritratto di ciò, che si rinnoverà sempre in tutti li tempi avvenire. *È ben vero* dic' egli, *che come quegli, che era necessitato dalla ragione di proporre spesso pensieri, e fare risoluzioni totalmente contrarie all' opinioni degl' ingegneri, e periti, ho incontrato sempre grandissime difficoltà; e sempre maggior fatica m' è stata l' accomodare gli animi, ed i cervelli degli uomini, che il porre freno alle gran forze de' fiumi, e de' precipitosi torrenti.* Oh dice pur bene qui il Castelli! Il maggior travaglio, che sostenga un professore, non è già quello di ben pensare, e di dettagliare un ottimo piano conforme alle leggi della natura. Questo si spedisce in pochi giorni, e pacificamente; ma non così presto finiscono le contradizioni del volgo, le quali hanno diverse mire nascose, difficili ad indovinarsi. Non interrompiamo però con comenti il discorso chiarissimo del Castelli, il quale prosiegue a dire: *Queste difficoltà erano di varie sorti; ma le più principali erano l' ignoranza, e l' interesse altrui, e bene spesso l' invidia. Alle volte io veniva assediato da una sola di loro, alle volte da due, ed anco da tutte insieme; in modo che difficilmente mi poteva riparare, e difendere, massime quando mi conveniva trattare con più potenti di me, e accreditati.* Coteste vicende le ho sperimentate tutte anch' io in tanti altri affari pubblici, com' è ben noto, e con esito felice sì, ma con travaglio maggiore di quello, che si comporta ad un semplice professore, non addottrinato in simil sorta di giostre. *Tra queste armi*, prosiegue il Castelli, *che così fieramente*

mi assalivano, l' una era potentissima, colla quale si procurava da quelli, che da me dissentivano, di escludermi totalmente dai negozj; egli è venuto fatto alle volte con notabili pregiudizj degl' interessati. Questa era che andavano spargendo concetto, che sebben io aveva qualche notizia in queste professioni delle matematiche, e che sapeva in cattedra, ed in discorso le cose mie con qualche vantaggio; in ogni modo mi mancava la pratica, parte principale, e senza della quale assolutamente non si può fare cosa nessuna di buono, e che però non mi sarebbero riuscite le cose in fatto, come nel discorso io andava nell' occorrenze rappresentando. Ed in cotal guisa ec.

Queste sono le vecchie arti, e dicerie, le quali, sicome germogliano dalle stesse passioni, così vanno passando d' età in età sempre le medesime. Nè giova il ripetere qui ciò, che s' è risposto già ben mille volte: che tutto quello, che opera la pratica, è fondato, e dimostrato prima dalla teorica, *la quale è un osservazione, ed un savio, ed eccellente esame, ed un' esatta sperienza di quelle cose, che in pratica si veggono addivenire:* che tante belle operazioni, che fanno gli Abbachisti, i Calcolatori, gli Architetti, e tutti li puri Pratici, altro non sono che parti, ed opere maravigliose dell' aritmetica, e della geometria; e che queste mettono loro in mano bello e smaltito quanto essi operano, e fanno, senza saperne il perchè; e cent' altre risposte del secolo passato, le quali non varranno mai a convincere un puro pratico di mestiere, perchè ammetta la società de' Matematici. Troppo opposti sono i fini di quelli alle premure, al zelo, ed all' avvedutezza di questi; e quantunque nel partito anco de' soli Pratici vi sieno le loro liti, e gelosie di privato interesse, s' avveggono nulla meno, che quando, affine di prevalere in quelle a taluno de' suoi, si assoggettassero a' Professori matematici, perderebbero eglino il predominio, che si godono per comune errore ne' pubblici affari, ed accaderebbe loro quel che al cavallo d' Orazio nel celebre apologo:

Cervus equum pugna melior communibus herbis
Pellebat, donec minor in certamine longo
Imploravit opes hominis, fraenumque recepit;
Sed postquam victor violens discessit ab hoste,
Non equitem dorso, non fraenum depulit ore.

Da questa irreconciliabile nimistà tra' Pratici, e Teorici n' è conseguente un altro gravissimo disordine nelle cose pubbliche. Qualsisia piano, proposto dal teorico, deve eseguirsi poi da' puri Pratici: chi non lo sa? Or qui ne avviene quello, che già predisse il Castelli nella belissima lettera al suo grande amico, e patrocinatore, la quale comincia così: *Mi consolano più quattro righe d' applauso di V. E. che non mi conturbano le spropositate contradizioni di quelli, che mi hanno*

tanto maltrattato. Passa poi il Castelli a proferirsi a' suoi contraditori di fare del suo piano un pubblico esperimento sotto gli occhi di tutta Venezia: *Io son pronto*, dic' egli qui, *a far toccare con mano, con esperienze in piccolo, in grande, ed in grandissimo la verità delle mie proposte; ma ci è bisogno di lingua, occhi, braccia, orecchie, e mani, non di penne, inchiostro, e carta*. E voleva egli dire con ciò, ch' erasi già scritto abbastanza della verità del piano proposto; che il procedere innanzi così era inutile a chi non intende, e torna a ridire lo stesso di prima, senza risentirsi della ragione: che il solo fatto visibile era la prova più adatta alla costoro ignoranza, o rivalità; ma che a tal uopo aveva egli bisogno di lavoratori, non di scrittori. Fin qui tutto va bene. Ma poi egli francamente ricusa, che l' esecuzione, e la direzione del suo piano si commetta, com' è costume, all' arbitrio, all' intelligenza, ed alla fedeltà di quelli, che si addomandano Pratici. Oh questo nò, ripiglia: eglino non sono da tanto; e ne adduce la ragione con queste precise parole: *Perchè quando si ridurranno all' operazione, ovvero tralasceranno qualche cosa, che non sarà da loro bene avvertita, e stimata, ovvero c' incastreranno qualche loro vana fantasia, la quale sarà potente a sconcertar il tutto. E questa è la cagione principale, per la quale io sono risolutissimo di non dichiararmi più oltre, nè venire all' espressione dell' esperienza, se non la farò io stesso in cospetto di tutta Venezia; perchè non è dovere, che le cose, che io con l' aiuto di Dio, e con fatiche, e veglie di mente, e di corpo ho ritrovate, mi sieno lacerate da' maligni. Parlo libero, perchè parlo con un Senatore d' intelletto elevato, ed integerrimo, com' è V. E. ec.*

Io mi sono condotto fin qui in questo racconto, non per altro fine, che quello di poter appoggiare all' autorità di sì grand' uomo ciò, che io sento. Dico dunque, che tanto è lontano dal vero, che a' soli Pratici debba commettersi il pensamento d' un piano, massimamente in materia d' acque, e quel che è peggio, l' esecuzione a loro talento, che anzi io vedo, e tocco con mano, che la mala riuscita di molti progetti, ottimamente pensati da altri, si deriva il più delle volte dall' infedele loro esecuzione. Non abbiam bisogno di cercarne gli esempi lontani: pur troppo ci sono famigliari. Se li Campari del Naviglio della Martesana facessero quell' uso de' sfogatori, al quale furono destinati per iscarico delle piene, non soffrirebbe la città tante inondazioni, nè s' incolperebbero d' imperizia que' primi dottissimi Architetti, quasi che non avessero pensato allo sfogo delle piene nella prima costruzione de' Navigli. Se cotesti Pratici non si fossero arrogato, cinque anni fa, l' arbitrio di alterare tutto il piano de' ripari di Po a Cremona, già prima stampato con tutte le dimensioni di distanze, e di lunghezze: *se*, per usare le parole del Castelli,

non ci avessero incastrato una vana loro fantasia, allargando di soverchio le distanze de' pennelli, *la quale era potente a sconcertare il tutto*, non si sarebbe dovuto in quest' anno con nuovo dispendio rifare altri pennelli intermedi nella già prescritta posizione, e restituirli alle distanze fin da principio stabilite; nè sarebbesi finora ritardato il conseguimento di quell' ottimo effetto, che dee necessariamente derivarne. Che più? Senza dipartirci dal piano de' torrenti, de' quali siamo per trattare; se le traverse nelle valli di Tradate, e del Gardaluso, le quali io non ho giammai approvato per altri titoli, e ragioni, che riferirò a suo luogo, se queste traverse si fossero costrutte di sodi macigni, e ceppi, e pietre ben collegate, e commesse; come erasi prescritto da' signori Architetti ne' loro capitoli: se in quella vece li pratici esecutori non vi avessero surrogato semplice terra, ed arena con una superficiale selciatura, che ne coprisse l' inganno, sarebbono elleno state rovesciate, due anni sono, dalle prime piene? Quante altre operazioni di poco costo, ma di grande conseguenza sonosi finora qui tralasciate, perchè da' puri pratici *non bene avvertite, o stimate*, giusto come poc' anzi rifletteva il Castelli, il quale così conchiude la sua lettera intorno il progetto della Laguna: *Che siccome mai sarà buona teorica quella, che non riesce ancora in pratica, così all' incontro mai non sarà buona pratica quella, che non sarà fondata nella buona teorica: e tengo per fermo, che quando noi avremo in teorica una conclusione ben dimostrata, dovrà sempre riuscire ancora nella pratica; e non riuscendo, sarà segno manifesto, che non sarà stata messa in pratica con tutte le sue circostanze quella conclusione, che era stata approvata dalla teorica; sicchè il difetto non nasce da questa, ma dipende dal non essere stata applicata bene alla pratica*. Fin qui il Castelli: Così la intendono, e così parlano gli uomini grandi, i quali non fanno questa popolare distinzione tra Pratici, e Teorici, come acutamente notò Eustachio Manfredi da me citato.

Sebbene tutti li signori interessati hanno anche in ciò di che consolarsi; perocchè alla formazione, stabilimento, ed esame della divisione de' tre torrenti, e delle loro diramazioni in tutte le sue parti; vi si sono adoperati, e vi sono concorsi con sentimento concorde e Teorici, e Pratici; voglio dire il signor Ferdinando Pessina il quale fece le prime visite interrotte dalla sua morte, come dirassi nella seguente Storia, e poscia il signor Bernardo Maria Robecco, ed il signor Carlo Besana, amendue delegati dall' eccelsa Giunta, amendue spertissimi, e di sommo credito nella loro professione, i quali vi hanno speso de' mesi interi a rilevare la pianta di tutto il paese, e farne esattissime livellazioni, ed a compilarne dottissime relazioni.

Con ragione però ad ogni altro si merita la preferenza il signor

Carlo Besana, Ingegnere del Ducato, per l' indefessa applicazione alla direzione di questa grand' opera nella serie di ben tre anni. Quante visite egli ha rinnovato più volte l'anno? Quanti viaggi intrapresi fino alle origini de' torrenti? Quante annotazioni di quelle cose, le quali eransi omesse al compimento del piano, egli ha registrato ogni volta? Io ne sono testimonio di vista del suo instancabile zelo, e de' suoi giusti pareri. Che se tutto ciò o siasi eseguito, o vogliasi tosto eseguire, a me non s' appartiene l' indovinarlo: ma sarà della curiosità de' lettori nel pressimo Autunno, per diporto della villeggiatura, il fare qualche scorsa a' tre torrenti, ed osservare, non di passaggio, ma con qualche seria riflessione, se il fatto in tutte le sue parti corrisponda all' idea, la quale qui s' è proposta.

Intanto ecco il modello di tutto il mio Trattato. Nella prima Parte espongo le origini più universali dell' unione de' torrenti nel solo alveo del Bozzente.

Nella seconda Parte mi fo a discorrere dello sfogo, e consumo proporzionale delle piene di ciascuno de' tre torrenti nella loro separazione.

La terza, quarta, e quinta Parte contengono le tre separate inalveazioni de' torrenti di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente, ed i mezzi per assicurarle.

Se il lettore avrà tanto d' ezio, e di sofferenza da leggere tutto il progresso del piano fino al suo compimento, tengo per fermo, che egli sarà interamente pago, e con suo piacere: ed a metterlo al fatto con piena informazione, gioverà assaissimo la Storia, che qui premetto (1).

---

(1) L' esempio addotto della Laguna di Venezia non ha luogo per provare la fallacia dei semplici Pratici nelle cose idrauliche; mentre non furono persone prive di teoriche che giudicarono la necessità della diversione dei fiumi dalla Laguna, ma bensì due uomini sommi, cioè Geminiano Montanari, e Domenico Guglielmini. S' osservi il tomo VIII.ª di questa Raccolta, il quale comprende l' opera dello Zendrini, intitolata *Leggi*, e *Fenomeni*, ec. dove nella prefazione si ragiona di questo fatto.

STORIA
DELL' ANTICO CORSO DE' TRE TORRENTI
DI TRADATE, DEL GARDALUSO, E DEL BOZZENTE

E delle loro variazioni dall' anno 1500. fino al 1758, e dall' Epoca della nuova divisione de' Torrenti nel 1759. fino alla terminazione del piano nel 1762.

Quale fosse lo stato antico de' tre torrenti prima del piano eseguitosi col celebre Contratto Borromeo, e quale la durata, e l' utilità del nuovo corso dato allora al Gardaluso, ed al Bozzente nel cavo Borromeo, e finalmente quale sia l' epoca infelice della rovina di questo medesimo piano, e del congiungimento de' tre torrenti nell' antico cavo del Bozzente sulla strada Varesina, fino ad isboccare furiosamente nel fiume Ollona presso l' insigne Borgo di Rò, io mi fo qui brevemente ad esporre. Imperocchè la storia delle passate variazioni de' fiumi, e de' torrenti, e de' loro andamenti o favorevoli, o nocivi, somministra un gran lume a chi o deve pensare a nuove riparazioni, o giudicare della loro riuscita. Nè a tal uopo bastano le teorie generali. Gl' insegnamenti più confacentisi al caso s' imparano dall' indole, e dalla natura di ciascun particolare torrente, dalla durata delle sue piene, dalle materie, che seco trae, e dalla sregolatezza medesima de' suoi movimenti. Onde la teoria più saggia nel riparo de' torrenti è sempre quella, che si volge a consultare la storia delle antiche loro variazioni di più secoli.

Fino dall' anno 1500. il torrente di Tradate conducevasi nell' antico suo alveo di sotto alla Cassina Cipollina, ad isboccare ne' boschi Ramascioni, e nelle vicine brughiere, ove consumavasi interamente. Nè in tutto il lungo corso non solamente d' un secolo, ma di due, e più ancora, cioè fino al 1740, trovo registrata memoria d' alcun menomo sviamento di questo torrente di Tradate nel vicino Gardaluso. In somma il torrente di Tradate si contenne allora ne' suoi confini, nel suo alveo, e nel suo termine di spandimento; nè diede alcuna occasione di pensare a dargli altro corso da quello, che sempre ebbe.

Non così il torrente Bozzente, al quale univasi il Guardaluso, sotto nome di Bozzentino. Il suo corso d' allora era quel medesimo, che poi ripigliò in questi ultimi tempi, cioè da S. Martino a Cislago, poscia a Geranzano, ed Uboldo, con portare frequenti inondazioni

a tutte queste terre. Nell' anno dunque 1603. le comunità di Cislago, e di Geranzano fecero a tal fine ricorso al Governatore di Milano come si vede nella supplica registrata nell' Istrumento di contratto tra il signor Conte Renato Borromeo, ed il Ducato di Milano, e le dette comunità, con queste parole: *Cum sit quod anno superiori per Agentes terrarum Cislagi, et Geranzani supplicatum fuerit Suae Excellentiae pro obtinenda facultate divertendi aquas torrentis Bozzenti, tunc decurrentes per Cavum veterem prope viam magistram Varesinam, et secus ipsas terras, in maximo periculo, et damno ipsarum, et eiusdem viae; quas aquas Illustrissimus Comes Renatus Borromeus offerebat ducere per Cavum noviter construendum super eius bonis Origii; et super eo supplici libello iniunctum fuerit Octavio Raverto, tunc iudici stratarum, ut locum visitaret, et referret etc.*

Essendosi poscia dal sig. Giudice delle strade fatta la Relazione della visita, e riconosciutosi chiaramente il vantaggio, che ridondava al Ducato, ed alle terre di Cislago, e di Geranzano dalla meditata diversione del Bozzente, e stabilito il concorso alle spese, si venne nell' anno seguente 1604. all' esecuzione del contratto, e si aprì il nuovo cavo Borromeo, dove si fece la diversione di tutto il Bozzente dall' antico suo alveo, per mezzo d' una grandiosa chiusa presso a S. Martino, la quale, giusta la convenzione, non era un travacatore, come interpretano alcuni, ma una vera chiusa, costrutta in modo, che impedisse qualunque trascorrimento di acque, in caso di piena, sulla strada Varesina, *e per tale diversione il cavo vecchio del torrente restasse asciutto, e potesse servire di strada;* come appunto circoscrisse la convenzione il sig. Giorgio Secco, giudice delle strade, con queste parole inserite nella sua Relazione all' Eccellentissimo sig. Governatore di Milano: *Onde si concertò col giudice mio predecessore, che il Ducato potesse pagare fino a lire tremila; atteso che con tal diversione il cavo vecchio del torrente restava asciutto, e poteva servir di strada.* Ciò che già nel contratto medesimo sottoscritto dal sig. Conte Renato Borromeo, e dal sig. Orazio Albano, come sindaco del Ducato, erasi concordemente stabilito con queste parole: *Inoltre esso sig. Conte promette di far fare una chiusa di ceppi, o sassi, e mattoni in calcina nel cavo di detto torrente, e nel luogo, ove le acque di esso s' introducono nel cavo nuovo, in modo tale, che per alcun tempo avvenire l' acqua di esso torrente non possa dar danno a detta strada.* Con queste testimonianze ho preteso di torre il popolare inganno di cotesto immaginario travacatore a S. Martino, dalla sommità del quale si scaricasse parte della piena del Bozzente nel cavo vecchio, e sulla strada Varesina: ciò che sarebbe stato contrario al fine primario inteso dal Ducato nella celebre convenzione di fare una total diversione del Bozzente dalla strada Varesina

45

nel nuovo cavo Borromeo. Che poi in progresso, ovvero negli ultimi tempi la chiusa pattuita siasi trasformata in un travacatore, il quale divertisse parte della piena nel cavo Borromeo, e parte dalla sua sommità ne scaricasse nel vecchio cavo del Bozzente e nella strada Varesina; questa è una di quelle molte novità, le quali a poco a poco s' introdussero, come verrò sponendo.

Cotesta diversione di tutto il Bozzente nel nuovo cavo fu ottimamente proposta dagli Ingegneri, e Periti di quella età, ed eseguita nell' anno 1604. Perocchè il cavo Borromeo non solamente fu condotto per molte miglia, attraverso di vaste brughiere, e boschi, da Cislago fino a' confini d' Origgio; ma si scelse una linea di direzione, e di corso sopra il piano alquanto rilevato delle stesse brughiere, da dove agevolmente potesse diramarsi, e spandersi ne' piani inferiori, e consumarsi tra via in buona parte, anche prima di condursi nelle terre, e nelle brughiere d' Origgio. Che poi in queste potesse interamente contenersi, senza trascorrere a Lainate, ed a Rò, non fu una specolazione, ma un ben inteso, e fondato progetto. Imperocchè non solamente a tal effetto si destinarono le 4500. pertiche delle Brughiere, e de' boschi d' Origgio, come apparisce dalla Relazione del signor Giorgio Secco. Giudice delle strade, al signor Governator di Milano, ma all' uso, ed al fine di rattenere tutte le restanti acque del Bozzente, il sig. Conte Renato Borromeo nel suo contratto col Ducato esibì una più vasta estensione ne' suoi beni con queste parole: *Promette detto sig. Conte Renato Borromeo di ricevere sopra li suoi boschi, e possessioni d' Origgio, che sono da pertiche dieci mila in circa, l' acqua di detto torrente in perpetuo, nè lasciarla uscire dalle sue possessioni.*

Su questi fondamenti appoggiarono il loro piano di diversione quegli ottimi Architetti; ed il Ducato accettò il contratto, e la comunione delle spese. Le 4500. pertiche di brughiere, e de' boschi d' Origgio furono tosto sì mirabilmente adattate allo spandimento delle acque, che anche al giorno d' oggi fa stupore l' osservarne le vestigia, e gli avanzi dell' antico intreccio de' canali, e de' loro sostegni attraversanti, in guisa che s' imboccassero le acque ne' canali superiori, d' onde di piano in piano lentamente scendendo, occupassero l' estensione tutta de' boschi, la quale per sì diligente manifattura bastò in que' tempi all' intero spandimento delle restanti acque del Bozzente, entro cui scaricavasi ancora il Gardaluso.

Che poi nelle Relazioni inserite nell' Istrumento Borromeo non si faccia segnatamente menzione del Gardaluso, non dee far maraviglia, siccome quello, che sotto la denominazione di Bozzentino, rimaneva compreso dal solo nome di Bozzente, nel quale metteva capo, in esso perdendo il nome; ciò che si dimostra chiaramente da

un' antica Scrittura di convenzione dell' anno medesimo 1604. tra la casa Borromea, e la casa Fagnana intorno all' aprimento del cavo di Geranzano.

Sebbene nel piano di diversione di tutto il Bozzente dalla strada Varesina, e dal vecchio alveo, si giudicò da' Periti, che ad una più facile confluenza di tutte quest' acque nel nuovo cavo Borromeo, convenisse d' introdurvi separatamente il Bozzentino, com' è notato nella Mappa antica, ed il Bozzente da un altro breve cavo sul confine di S. Martino, come si rende manifesto da tutte le Mappe antiche, e moderne, le quali a questo fine si sono consultate; e tutte rappresentano la confluenza del Bozzentino, o sia Gardaluso, e del Bozzente nel cavo Borromeo, come si era stabilito nel contratto mentovato di sopra.

Questo stato di cose durò dall' anno 1604. fino al 1714, come si dimostra da molte autentiche Scritture, ma particolarmente dalle Mappe del 1718; e lo attestano inoltre gli uomini più provetti di Cislago, i quali da me diligentemente interrogati su questo fatto, mi hanno concordemente risposto d' avere essi sempre veduta la confluenza del Gardaluso, e del Bozzente nel cavo Borromeo, e la grandiosa chiusa poco sotto a S. Martino fino all' anno 1714, ed aggiungono di più d' averne veduta la riparazione negli anni precedenti; anzi tra questi il fattore Morone, uomo vecchio di Cislago, ed altri mi attestano d' essere stati essi medesimi adoperati in tale travaglio. Quanto alla forma, e qualità della chiusa, affermano ancora gli stessi uomini vecchi di Cislago, come testimoni di vista, che questa era costrutta di grandi ceppi, e di sodissime inspallature, con una gran fronte armata di colonne di legno a guisa di paladella, e che l' altezza della chiusa era di braccia 9, o 10. in circa, con il rinforzo alle spalle di quattro grandi gradinate di ceppo vivo, le quali andavano a terminarsi in un sottoposto piano di grosse tavole di legno; ed inoltre riferiscono d' avere in que' tempi veduto, che dalla cresta, e sommità della chiusa si scaricava una moderata proporzione d' acque nel cavo vecchio, ma solamente in tempo delle massime escrescenze. Questo fatto dimostra, che almeno negli ultimi tempi la chiusa di S. Martino, stabilita nel contratto del 1604, erasi già cangiata in travacatore; e che non mantenevasi più la condizione di sopra riferita, che lo stesso antico letto del torrente dovesse servir di strada comoda ai viandanti.

Comunque ciò sia, ella è cosa certissima, che finattantochè si mantenne il piano del contratto Borromeo, le comunità di Cislago, di Gerenzano, d' Uboldo, e d' Origgio non soffrirono dal Bozzente inondazione alcuna per più d' un secolo fino all' anno 1714. Una sì lunga serie d' anni, e di piene strepitose de' due torrenti Gardaluso, e

Bozzente, senza udirsi giammai la minima querela, dimostrò con evidenza l' utilità, e la sicurezza del progetto.

L' epoca infelice cominciò nell' anno 1714. da un principio di rottura nella mentovata chiusa. Raccontano essere stato costume negli anni precedenti, che alle riparazioni della chiusa vi concorresse per metà la casa Borromea, per l' altra metà il Ducato, a cagione della manutenzione, e difesa della strada Varesina. Ma questa volta non so perchè, o non si convenne in questo riparto, e si trascurò il risarcimento. S' aggiugne, che la detta chiusa riusciva odiosa ad alcuni vicini possessori per il rigurgito delle acque, e la vedevano sussistere di mal occhio. Intanto la casa Borromea non volle caricarsi della spesa totale della riparazione della chiusa, la quale allora non riputàvasi necessaria alla irrigazione, ed alla utilità de' suoi boschi; giacchè nel cavo Borromeo proseguiva a decorrere per altra parte il Bozzentino, o sia Gardaluso, ad uso de' boschi d' Origgio; e dal lato della chiusa pericolante bensì, ma tuttavia sussistente, s' introduceva buona parte del Bozzente.

Finalmente nell' anno 1718. la chiusa di S. Martino non mai riparata, e sempre più percossa, e scompaginata dalle piene, interamente si ruppe, e si rovesciò; ed il torrente del canale, d' onde volgevasi al cavo Borromeo, si ripiegò all' antico suo alveo sulla strada Varesina, e tutto piombò sopra le terre di Cislago, di Geranzano, e d' Uboldo, eccettuatone il solo Gardaluso, il quale riteneva ancora il primiero separato suo corso nel cavo Borromeo.

Le conseguenze dannose di questa novità, o sia rottura del sostegno, non prevedute, e più veramente permesse, *obbligarono tosto* le comunità inferiori a difendersi dalle nuove irruzioni del torrente. Quella di Cislago si volse immediatamente ad allargare, e sprofondare il vecchio alveo del Bozzente, per impedirne i traboccamenti sopra le sue terre. La comunità di Gerenzano, assalita dal torrente nelle sue medesime abitazioni, alzò ripari, costrusse arginature, ed aprì nuovi cavamenti per isfogo alle piene; e le comunità *d' U*boldo, e d' Origgio, dopo aver sofferte funeste inondazioni nell' abitato, e nelle campagne, si videro costrette nel 1729. ad aprire un nuovo grande cavamento, delineato dal sig. ingegnere Raffagni. Ma inutili fureno cotesti sforzi, e sì grandiose spese; perocchè nell' anno 1738. le mentovate comunità dopo aver sofferte molte inondazioni, presero il partito d' aprire al torrente altro nuovo cavo, riputato più sicuro del primo; come apparisce dalla Relazione autentica del sig. Bartolommeo de Giovanni Agrimensore.

In tanto il Gardaluso proseguiva, come prima, d' altra parte *l' innocente* suo corso nel cavo Borromeo; quando nel 1744. ancora questo torrente, o per manifattura, e disegno di privati fini come

interpretarono alcuni, o per naturale sviamento, al quale soggiaciono i torrenti, come parmi, che più s' accosti al vero, si divertì dal cavo Borromeo in una strada più bassa di fondo, denominata *la Mezzanella*, di dove si congiunse col Bozzente, il quale accresciuto da queste nuove piene, recò subito danni gravissimi alle comunità di Geranzano, d' Uboldo, e d' Origgio, e portò le inondazioni a Lainate, e perfino a Rò, dove per più d' un secolo non era giunto colle sue piene.

Adunque nell' anno seguente 1745. a' nuovi mali si contrapposero altri nuovi provvedimenti di più robusti ripari, e di più alte arginature, e segnatamente d' aprire con grave dispendio un altro più grandioso cavo in Uboldo, delineato dal sig. ingegnere Carlo Teodoro Malatesta, affine di sottrarre, per quanto potevasi, le terre d' Uboldo, e d' Origgio dalle inondazioni, divenute sempre maggiori dopo il nuovo accrescimento del Gardaluso.

Ma di corta durata, e di nessun prò al fine intesi furono tutti questi provvedimenti, a cagione d' altre dannosissime novità, le quali o da privati interessi, o dal corso sempre più nocivo de' torrenti di mano in mano s' introducevano, e dirò come. Il torrente di Tradate, superiore di sito, e molto più alto di livello, decorre in vicinanza del Gardaluso; e dal ponte nuovo di Tradate fin presso alla cassina Cipollina, li terreni adiacenti alla sponda sinistra di questo torrente, hanno grande declività verso il Gardaluso, al di cui congiungimento fanno ostacolo le valide, e continuate arginature della sponda sinistra del torrente di Tradate. Pertanto li possessori de' vicini boschi, facendo buon uso di questa naturale bassezza de' loro fondi, incominciarono ad aprire varj canali di derivazione dalla sponda sinistra del medesimo torrente, il quale nelle piene vi s' introduceva con tanta violenza, quanta era proporzionale alla somma pendenza di tutto quel piano, e quindi gran parte di questo torrente cominciò a roversciarsi nel Gardaluso vicino per la strada Mezzanella di Locate, e poscia nel Bozzente.

Ben s' avvidero li possessori, ed abitatori delle terre situate alla destra sponda del torrente, che quanto più di diversione d' acque facevasi per tali derivazioni dalla sinistra riva, tanto meno soggetti erano i loro campi alle inondazioni delle massime piene. Ma però, quando accadde nel 1750, che, rotti gli argini della riva sinistra, il torrente di Tradate in più luoghi si sviò, e si congiunse col Gardaluso, e col Bozzente, quanto riuscì profittevole a quelli una cotanto insolita, nè per l' addietro udita deviazione, altrettanto fu lagrimevole a tutte le inferiori comunità da S. Martino sino a Rò; imperocchè nell' Agosto di detto anno il Bozzente, accresciuto dal nuovo congiungimento del torrente di Tradate, rese inutili tutti li precedenti

ripari, ed inondò molte terre. Quindi nel Settembre del medesimo anno 1750. li possessori di Cislago, di Gerenzano, d' Uboldo, e d' Origgio, atterriti da tante novità, fecero ricorso all' illustrissimo sig. Conte D. Luigi Pecchio, in quel tempo giudice delle strade, ed in seguito presentarono le loro suppliche a S. E. il sig. Governatore di Milano, acciocchè dal Ducato di Milano si mantenesse, e si restituisse l' antico stato de' torrenti, a norma del celebre contratto.

Rappresentavano, che la vera origine de' mali presenti derivava dalla violazione dello stesso contratto, e dalle conseguenti novità. Dimostravano, che la rovina della chiusa di S. Martino non era accaduta per sorpresa del torrente in qualche straordinaria piena; ma anzi erasi permessa ad occhi veggenti nella serie di alquanti anni, senza venire giammai in visita, od esigerne le consuete riparazioni delle prime rotture; che non era cosa giusta, che tante comunità soggiacessero alle dannosissime conseguenze d' altrui fatto, e colpa; che all' obbligazione assunta da' contraenti s' apparteneva d' esigere, e d' invigilare alla manutenzione della chiusa di S. Martino, e del primiero stato, già convenuto, e continuato per più d' anni cento a difesa della strada Varesina, e del pubblico commercio, e de' *terreni*, i quali formano il patrimonio stesso del Ducato; ed in fine chiedevano instantemente, che da' signori Sindaci non si frapponesse la minima dilazione nel porre riparo a' disordini permessi, e nell' accorrere prontamente alla difesa d' una delle più nobili, e feraci provincie del Ducato, la quale in breve tempo si sarebbe resa incapace di soccombere al peso del Regio censo.

In vista di querele cotante giustificate, nell' anno *seguente* 1751. a' 15. di Febbraio uscì favorevole alle provincie danneggiate il voto di S. E. il sig. D. Paolo de la Sylva, allora fiscale, il quale poscia per tutti li gradi d' onore salendo, regge ora con tanta lode nella carica di Presidente del supremo Consiglio la città, e Ducato di Mantova. Ed a norma d' un voto cotanto plausibile, e fondato nelle antiche particolari convenzioni della chiusa di S. Martino, e nell' obbligo generale del Ducato per la manutenzione delle strade si decretò da S. E. il sig. Governatore di Milano, che li signori Sindaci del Ducato cominciassero a fare le spese necessarie alla indennità delle comunità ricorrenti, salve le loro ragioni di ripetere parte di queste spese da' particolari contraenti nell' antica convenzione della chiusa di S. Martino, e del cavo Borromeo; ed allo stesso tempo per decreto particolare fu ordinato al sig. ingegnere del Ducato Bernardo Pessina, ed in sua vece a suo fratello Ferdinando, che visitasse gli sviamenti de' torrenti, e riferisse, e facesse ciò, che fosse più conveniente al caso.

Mentre si davano queste buone disposizioni accadde nell' anno

seguente 1752, che il Fontanile di Tradate, il quale per l' addietro dalla vigna Candiani aveva sempre continuato il suo corso verso la cassina Cipollina, improvvisamente con nuovo cavo manofatto si ripiegò sotto all' angolo della stessa vigna Candiani per la strada Molinara, di dove conducevasi ad isboccare nelle brughiere, e boschi in troppa vicinanza dal fiume Ollona. Or cotesto nuovo sviamento del torrente dalla riva destra, sempre più allontanava il pericolo del suo congiungimento col Gardaluso, e col Bozzente dalla riva sinistra inferiore, per la quale erasi già aperta la via negli anni precedenti; e quindi riusciva di sommo vantaggio alle comunità di Cislago, di Geranzano, e d' Uboldo. Non pertanto, o perchè queste s' adombrassero alla notizia di questa novità, o per altro inganno, si opposero tosto a questa deviazione del torrente con ricorso all' Eccellentissimo Senato.

Ma non era già vana l' apprensione, ed il timore de' signori Utenti, e Conservatori del fiume Ollona, i quali da questa recente diversione del torrente per la strada Molinara, si vedevano più vicino il pericolo del suo congiungimento col fiume Ollona, verso del quale li terreni tutti, situati alla destra del torrente, hanno grande declività. Onde li possessori, non meno alla destra riva del torrente, che alla sinistra, quasi che si trattasse di comun pericolo (ciò che non era, come ho detto, per rapporto a' secondi) si collegarono unitamente a comuni spese a resistere a cotesta novità di diversione con ricorso al Senato Eccellentissimo, protettore, e custode del fiume Ollona, dal quale fu delegato l' illustrissimo signor D. Giuseppe Bonacina, a quel tempo Vicario del Seprio. Egli si portò sul luogo, ordinò il chiudimento di questo nuovo cavo, e la restituzione del torrente all' antico suo alveo.

Intanto il sig. Ferdinando Pessina, in esecuzione del mentovato decreto, trovavasi già alla visita de' tre torrenti. Egli con istancabile zelo ne' sommi calori della state s' inoltrò in tutte le valli de' torrenti, esaminò le loro origini e gli andamenti dell' acque tutte derivate da ciascuna valle e trasportolli in un esattissimo disegno, il quale tuttavia conservasi nell' Archivio del Ducato. Ordinò egli immediatamente la costruzione di certe traverse, denominate *Roste*, a tutte le sboccature delle prime confluenze delle valli, per sostenere il grande trascorrimento della terra, e con ciò impedire il riempimento degli alvei de' torrenti: fece la livellazione del Guardaluso; ma finalmente oppresso dall' intollerabili fatiche, e viaggi intrapresi per la distanza de' luoghi in una stagione importuna, morì di febbre in Tradate nell' anno 1751, nel tempo stesso della visita; e colla sua morte seco involse in tenebre li suoi divisati provvedimenti. Imperocchè, oltre il piantamento delle dette traverse, dal suo disegno

rimastoci, non apparisce altro provvedimento, che quello di separare il Guardaluso dal Bozzente, e condurlo dal Rizzolone di Carbonate ad isboccare nelle brughiere di Mozzate, di Cislago ec. Nel resto egli quivi non istabilisce di nuovamente inalveare il Bozzente, separato dal Guardaluso, nell' antico cavo Borromeo; ma permette anzi, che tutto il Bozzente decorra sulla strada Varesina per Geranzano, Uboldo, ed Origgio: ciò che sarebbe tuttavia soggetto a gravissimi danni, come dirassi a suo luogo. In somma, toltone l' esattissimo disegno dello stato de' torrenti d' allora, non ci è rimasta dopo sua morte memoria d' un piano di riparazione compita in tutte le sue parti.

Morto Ferdinando Pessina, accadde quello, che pur troppo sogliam compiangere in tutti i pubblici affari. Era mancato il capo di questa spedizione; nè trovavasi altro simile da surrogarvisi, non meno nella perizia, che nell' infaticabile zelo. Il signor Ferdinando Pessina era un uomo in questa parte singolarissimo, di non fidarsi, che de' propri occhi in opere cotanto gelose; essendo egli ben ammaestrato dall' esperienza che qualsisia ben meditato disegno non poteva lasciarsi in balía o dell' avarizia, o dell' imperizia degli esecutori; e però in somiglianti intraprese egli consecrava tutto se al buon riuscimento. E quantunque in quel tempo fiorissero altri eccellenti Periti, ed Architetti d' acque, non potevano questi disimpegnarsi da altre loro faccende, in modo che interamente si applicassero, non solamente a meditare le tracce della grand' opera, ma (ciò che rileva moltissimo) ad invigilare con la presenza, e con l' occhio ad una esatta esecuzione.

Di qui ne venne, che dopo sua morte si raffreddò il pensiero della comune riparazione; e le celebri traverse, già costrutte nelle valli, si abbandonarono non solamente alla violenza de' torrenti, ma altresì all' avarizia de' rustici, i quali in breve le depredarono. In questo frattempo, quasi deposta la speranza d' un pubblico riparo, tutti li particolari possessori si rivolsero a trovarsi da se quel ripiego, che suggerisce in simili casi la necessità. E di qui nacquero li maggiori disordini; perocchè il partito di ciascuno era quello di scaricare il torrente sopra le terre de' vicini possessori; e quindi le discordie, e le contestazioni, e quel che è peggio, dove regna l' arbitrio, ed il dispotismo, crebbe a segno tale l' universale disordine, che dalle continue irruzioni de' torrenti si disertavano le terre, e si assalivano le abitazioni.

A tutti questi mali pose il colmo la gran piena accaduta nell' anno 1756, quando il Bozzente, accresciuto dal torrente di Tradate, interamente introdottovi contro ogni equità, dopo il taglio de' suoi medesimi argini, portò quasi l' eccidio alle comunità di Cislago, di

Geranzano d' Uboldo, d' Origgio, e di Rò, con quella lagrimevole inondazione occorsa nel primo di Luglio, la quale atterrò case, disertò immense campagne, affogò armenti, e diede la morte a molti abitatori. Una cotanto terribile scossa destò di nuovo le comunità, e li possessori a cercarsi scampo da tanti mali. Si tennero congressi particolari, si spedirono Periti, si rinnovarono visite, e segnatamente nell' anno 1757. a' 16. d' Aprile destinati furono a Cislago, e poscia ad Uboldo li due signori Ingegneri Bernardo Maria de Robecco, e Carlo Giuseppe Merlo; ma tutto indarno, mentre finattantochè questi provvedimenti si deliberavano con autorità privata, erano troppo circoscritti dalla semplice difesa d' un qualche particolare territorio; nè si toglievano le vere origini de' mali. Oltre di che tutto ciò, che progettavasi da una comunità, era tosto contraddetto dall' altra, e le private rivalità accrescevano i mali comuni. Nè giovavano i pubblici congressi, a' quali ciascuno veniva armato della propria opinione, e partivasi non con altro esito, che d' avernela sostenuta bravamente.

A por fine a tanti guai, ed a riparare finalmente alla desolazione d' una sì nobile provincia del Ducato, con providentissimo consiglio S. A. S. il sig. Duca di Modena nell' anno 1758. deliberò d' appoggiare alla sola suprema autorità la riordinazione de' torrenti all' antico stato, e corso. Deputò egli una Giunta di zelantissimi Ministri, alla quale appartenesse il provvedere per via governativa alla pubblica indennità, a disporne i mezzi, ed a promoverne il fine, con mano forte, e col solo oggetto del pubblico bene. Quindi da S. E. il sig. Marchese Presidente Corrado, capo di questa Giunta, con ispeciale decreto spediti furono alla visita de' tre torrenti il sig. Gian Carlo Besana Ingegnere del Ducato, ed il sig. Bernardo Maria de Robecco Ingegnere Camerale; ed allo stesso tempo anch' io ebbi l' onore de' medesimi comandi, e la fortuna della compagnia di sì valenti Architetti; e però da tutti noi, dopo le più accurate considerazioni, si convenne concordemente nel piano, che io qui più ampiamente mi fo ad esporre.

Ma intanto dalla mentovata serie delle variazioni de' torrenti dal 1604. fino al 1758. si potrà da chi legge cogliere un anticipato frutto di regole indubitate, le quali danno un gran lume al progetto, di che si tratta.

I. Che il corso antico del Bozzente, stabilito nel 1604, ed eseguito dagli Architetti di quel secolo, rimane autenticato dalla sperienza centenaria per ottimo, e salutare, ed è la base di qualsisia ben fondato piano: perocchè la Storia c' insegna, che a proporzione che da questo antico stato del torrente si è andato variando dal 1714. fino al 1758, col medesimo tenore sonosi accresciute le piene, e le inondazioni.

II. Che a preservare stabilmente dalle inondazioni del Bozzente le terre inferiori sino a Rò, non basta la separazione del torrente di Tradate, come era per l'avanti, non basta la nuova diversione del Gardaluso, come dirò a suo luogo; ma egli è manifesto, che a consumare le acque tutte del solo Bozzente nel brieve tratto da Gislago sino al fine de' boschi d'Origgio, debbonsi riaprire, ed abilitare tutte le antiche diramazioni di Geranzano, e d' Uboldo, e d' Origgio, affine di spandere, e di consumare il torrente tutto nelle vaste adiacenti pianure di brughiere, e de' boschi.

Da tutta questa Storia comprenderà il lettore, che il piano presente non è un'astratta specolazione, ma quasi una semplice rinnovazione degli antichi stabilimenti.

Nell' anno pertanto 1759. si pose mano all' esecuzione del piano della divisione de' tre torrenti, con obbligo a chi erane incaricato di condurla a fine nel Maggio del medesimo anno; com' è manifesto dall' oblazione fattasi all' asta dall' appaltatore, e dal suo contratto. Nondimeno, ciò che avvenir suole in somiglianti esecuzioni, se n' è differita la terminazione fino all' anno presente 1762; ed eziandío in questo medesimo tempo, in cui scrivo, rimangono tuttavia sospese, ed imperfette alquante opere di già prescritte, ed assai rilevanti, alle quali, come può sperarsi, si darà il suo compimento.

Acciocchè poi si ponga in tutto il suo lume la Storia delle passate variazioni de' torrenti, e delle presenti deliberazioni, ed apparisca quante sapientissime prevenzioni siensi di già prese per lo stabilimento di questo piano, non sarà discaro al lettore, che io risponda qui ad una seria, e grave difficoltà mossa da uomini *saggi*, ed esperimentati fino dal primo incominciamento di sì grand' opera. Io mi fo qui a proporla, ed a farne sentire tutto il suo peso, acciocchè si rifletta, che se n' è antiveduta la forza, e sonosi già disposte le difese. Egli è certo, dicono eglino, che la divisione già eseguita dei tre torrenti non può nè molto, nè poco sussistere senza una ben vigilante, ed annuale manutenzione, e questa come ottenersi, e da chi sperarsi? Abbiam pure sotto gli occhi l' esempio dell' antico piano de' torrenti, e del contratto del 1604. E quando nel 1714. cominciò a sconcertarsi il gran sostegno del Bozzente a S. Martino, chi si prese la cura di ripararnelo? E quando di lì a non molto lo stesso si rovesciò interamente, chi reclamò? Tutti si tacquero. E finalmente, quando il Gardaluso, alquanti anni dopo, si vide anch' esso sviarsi dal cavo Borromeo, chi corse ad impedire questa nuova sorgente di mali? Quanti anni durò questo lagrimevole stato? Nè prima d' ora si sarebbe posto fine a' disordini, e molto più alle discordie de' possessori, se non entrava di mezzo la providenza, e la mano forte del Principe.

Or qui dicono questi, e non dicen male, che il passato è un veridico indovino del futuro; e che per le medesime cagioni si sconcerterà assai presto ancora il nuovo piano; imperciocchè gli stabilimenti de' torrenti, e de' fiumi non sono come le statue di Egitto, alle quali non ci si pensa più. Se manca a quelli una incessante manutenzione, ogni ben studiato sistema a nulla vale. Qual opera più ben intesa di quella de' nostri Navigli? Eppure ogni anno se ne fa l'espurgazione, ogni anno si riparono li grandiosi argini, ogni anno si armano le rive; molto più ciò dee dirsi de' torrenti. Ma poi tra' signori Interessati chi vorrà, o potrà pigliarsi il disagio di visitare ogni anno l'andamento de' medesimi? Su qual fondo si faranno le spese della manutenzione? E con quale autorità potrassi da questi contraddire alle novità de' particolari possessori, nocive al pubblico bene? Se poi la manutenzione si appoggi al contratto dell' Appalto, Dio voglia, che non sortisca l'infausto esito, quale abbiamo sperimentato, del contratto del 1604. Quante litigiose dilazioni frapporre si possono alla già pattuita manutenzione? Quante disfavorevoli interpretazioni? Ognun sa di che grave pericolo sia sempre qualsivoglia necessario ritardo di sentenza giudiciale. I torrenti non sospendono le loro collere, e le loro rotture fine a volerne sentire l'oracolo.

Così la discorrono questi, ottimamente fondati negli esempi de' passati tempi, e nell'incertezza degli umani affari; ma quelli, i quali così oppongono, non si mostrano informati su qual base fermissima s'appoggino le comuni speranze. Primieramente l'intrapresa tutta di sì grand' opera, e la di lei tutela ne' tempi avvenire si è commessa da S. A. S. il sig. Duca di Modena alla vigilanza, e provido zelo di una particolare giunta, o sia consiglio de' più qualificati, e grandi Ministri, de' quali non può dubitarsi, che con quella medesima fermezza, ed autorità governativa, con cui ne hanno finora promossa l'esecuzione, non debbano cooperare alla stabilità di questo piano, dal quale dipende la salute d'un' intera provincia. Un provvedimento cotanto autorevole, ed efficace, e fermo non s'era mai fatto ne' passati tempi; e però cade a terra l'induzione, che pigliasi dall' infelice esito del contratto del 1604. All' osservanza della manutenzione, stipulata nel contratto di questo nuovo Appalto, veglia un tribunale sì rispettabile, e zelantissimo; e tanto basti ad isgombrare qualsisia timore.

S' aggiugne un' altra considerazione, la quale non ebbe luogo al riparo del 1604. Questa volta tutti li signori possessori da Tradate sino a Rò concordemente si sono uniti in una società, o, come dicono, Congregazione, intesa alla stabilità del piano. A quella più volte l'anno si riferiscono le operazioni tutte degli Esecutori, gli accidenti delle piene, e le novità fatte o dal corso de' torrenti, o

dall' arbitrio degli uomini. Quivi si consultano le deliberazioni più pronte: quivi si concertano i Memoriali da presentarsi all' Eccelsa Giunta: quivi si tratta de' mezzi per la conservazione dell' opera; e da questa ragguardevole Congregazione una volta l' anno, o più ancora, quando, e come il richiegga il bisogno, si spediscono alla visita de' torrenti, non dirò solo li Periti, ma due ancora de' signori Cavalieri Delegati. Con quanto zelo, e loro disagio per molti giorni, ed in stagioni talvolta importunissime o per le piogge, o per l' ardore del sole, siensi eglino fino al dì d' oggi portati alla ricognizione de' torrenti, io ne sono testimonio di vista; mentre ogni volta ho avuto l' onore d' entrar a parte delle loro fatiche, e della loro gloria.

La riduzione del disegno della separazione de' tre torrenti si è delineata con rara perizia, e singolare esattezza da uno de' medesimi signori Cavalieri uniti nel comune interesse della presente riparazione, il quale alla comune società nell' affare de' tre torrenti, ed alla perpetuità del piano stabilito ha voluto contribuire moltissimo col suo talento. Imperciocchè quivi egli vi ha comprese tutte quelle ultime particolarità le più importanti, le quali mancavano al primo disegno, uscito tre anni sono, affinchè in progresso di tempo non se ne smarrisse lo stabilimento, e l' uso. Qui adunque il lettore in una semplice occhiata comprenderà quanto io più stesamente espongo nel mio Trattato, e rimarrà eterna la memoria, siccome di tutte le parti del piano eseguito, e di quelle le quali tuttavia restano a compirsi, così dell' incomparabile merito, e zelo d' un sì degno, ed erudito Cavaliere, il quale al pubblico bene ha consecrato il frutto non meno dei suoi geniali, e privati studj, che dell' incomodo presosi a tal fine nella visita de' tre torrenti.

PARTE PRIMA.

Delle origini più universali dell' unione de' tre torrenti nel solo canale del Bozzente.

Il primario, e forse unico disordine de' tre torrenti è la loro unione nel solo Bozzente. Di qui procedono i traboccamenti, e le irruzioni delle rovinose piene di questo torrente da Cislago sino a Rò. Le origini d' un sì calamitoso congiungimento de' tre torrenti sono varie, e da diversi principj; altre fondate nella natura de' luoghi, ed altre nell' arbitrio degli uomini, e ne' loro privati interessi. Se queste non si tolgono, non si porrà giammai riparo a' loro effetti nocivi. Adunque le prime tracce di qualsisia piano di riparazione debbono rivolgersi a questo scopo di farne la scoperta,

affine di accertare i veri provvedimenti con istabilità di successo, e di restituire il corso de' tre torrenti alla primiera antica separazione.

CAPITOLO I.

Disposizione naturale della situazione de' due torrenti di Tradate, e del Gardaluso ad unirsi nel solo Bozzente.

Il primo torrente dal ponte nuovo di Tradate fino alla cassina Cipollina, e più ancora, cammina molto più alto di livello del Gardaluso; e questo più alto del Bozzente, onde per questo capo a' due torrenti non manca la necessaria pendenza per il loro congiungimento nel Bozzente.

Li primi due torrenti di Tradate, e del Gardaluso fino dalle loro origini nelle valli, ed in progresso nella pianura, corrono in poca distanza l' uno dall' altro; in guisa che in qualche luogo del piano superiore interposto tra le due valli trovammo la distanza di soli sette trabucchi dal ciglio della valle di Tradate a quello della valle del Gardaluso.

Le strade maestre, le quali attraversano il torrente di Tradate, ed i campi adiacenti, come pure la Mezzanella, e la strada di Locate hanno un grande pendío verso l' alveo del Gardaluso, e del Bozzente più depresso di tutti; e però in qualunque traboccamento per istraordinaria escrescenza, li due torrenti in queste basse, e declivi strade si trovano già aperto un alveo ben capace, il quale rettamente al Gardaluso, e poscia al Bozzente li volge.

Col medesimo grado dell' altezza de' livelli va crescendo ancora l' interrimento, e l' alzamento del fondo di ciascuno de' torrenti. Un effetto sì dannoso dee riferirsi non tanto al naturale trasporto delle materie, quanto agli abusi introdotti dagli agricoltori vicini, come anderemo divisando più chiaramente nel progresso. Basta però il semplicemente accennare, che il primo generale disordine, notato da tutti nella prima visita del 1758, fu quello de' fronteggianti medesimi alle rive de' torrenti. Questi per avanzare la fronte de' loro terreni con acquisto di poche braccia, avevano prolungati i piantamenti nell' alveo medesimo de' torrenti, con restringerlo in modo, che le solite escrescenze non avevano più il naturale loro, e veloce scarico; e quindi le pesanti materie, trasportate giù dalle valli, si deponevano con un continuo alzamento di fondo, sì per l' angustia del canale, come per il rigurgito dell' acque, fino alle parti superiori più lontane. In fatti dalla vigna Candiani all' ingiù appena poteva riconoscersi sembianza di canale del torrente di Tradate.

Ma per tornare in via, e per riferire lo stato, in che trovammo

l' alzamento del fondo de' medesimi torrenti nella prima visita, si osservò da tutti che l' alveo del torrente di Tradate negli anni precedenti erasi alzato soverchiamente, molto più di quello del Gardaluso. In fatti si ricordano gli abitatori di Tradate, non molto provetti in età, che l' antico ponte presso il monastero di S. Sepolcro delle monache di Tradate, sotto cui passava liberamente tutto il torrente, talmente si andò seppellendo nelle deposizioni, che perdette gran parte della luce; onde si videro costretti a rifabbricarne un nuovo, quale ora si vede, molto più rilevato. Dà questo ponte fino alla vigna Candiani, e più oltre ancora, il fondo dell' alveo è salito ad ugualiare il livello delle adiacenti campagne; e però in tutto questo tratto le piene sostenute sono da semplici arginature.

L' alzamento di fondo del Gardaluso non si trovò cresciuto a questo segno; mentre decorreva tuttavia incassato tra rive stabili. Non pertanto ancor di questo torrente a luogo a luogo sonosi osservati gl' interrimenti, ed in tempo della prima visita bastò il riflettere solamente, che disotto al tombone, o sia ponte di Carbonate, non ha gran tempo vi passava agiatamente un uomo ritto in piedi; laddove nello stato presente appena con istento vi potrebbe passare un uomo di mediocre statura, e ben rannicchiato in se medesimo.

Il fondo del Bozzente meno si alza de' due precedenti, nè finora ha potuto ugualiare il livello delle campagne, eccettuata quella parte d' alveo denominata *cavo Malatesta*, e sostenuta da semplici argini tra li confini de' territori di Gerenzano, e di Uboldo.

Da tutte queste considerazioni di sommo rilievo si raccoglie, che una sì grande proclività della natura al congiungimento di questi torrenti non può vincersi altrimenti, che da una prevenzione di sode massime, e di ben meditati ripari, o di nuove più lontane inalveazioni, per ridurli alla primiera separazione. Ed io pongo ogni studio nell' iscoprire a' leggitori le vere difficoltà della separazione da eseguirsi, e nel sottoporle tutte all' occhio in quella miglior forma, che per me può farsi, acciocchè dal loro confronto più rettamente possano giudicare della oppertunità, e sodezza della riparazione.

CAPITOLO II.

Origine seconda dello sviamento del torrente di Tradate nel Gardaluso, nata da alcune derivazioni permesse a benefizio de' boschi adiacenti.

Alle disposizioni della natura succedono quelle degli uomini per interessi privati. Queste sono meno sanabili, e di più rea conseguenza. Cominciamo dal torrente di Tradate, che dalla vigna

Candiani all' ingiù verso la cassina Gipollina, ed infino a' boschi Ramascioni decorreva prima con vari serpeggiamenti, e dallo sviamento del quale nel Gardaluso, ne deriva il congiungimento di amendue nel solo Bozzente.

Il disordine più pericoloso, scoperto nella prima visita, nasce dalla cupidigia de' privati posseditori, i quali sulla sponda sinistra del torrente di Tradate aprono a piacimento le bocche di derivazione alla irrigazione de' boschi, senza pensare più oltre a' danni de' vicini, ed alla diversione del torrente per quella apertura ad unirsi col Gardaluso. Tale mi è parso un celebre, e gran cavo, aperto a vantaggio de' boschi di Mirabello, sul colmo più alto della strada, che va a Locate, ed attraversa la Mezzanella. Or questo gran canale, aperto sulla riva sinistra del torrente di Tradate in una situazione tanto gelosa, è stato in gran parte l'origine della diversione del torrente di Tradate nel Gardaluso; perocchè le acque del torrente, affine di imboccare il detto cavo, si conducono sull' orlo più alto del pendio della strada di Locate, la quale, come mi attestarono gli abitatori di queste campagne, si cambia in un torrente rapidissimo, che va a scaricarsi nel Gardaluso. Lo stesso dico d' altri canali di derivazione aperti superiormente sulla medesima sponda, la quale riguarda il Gardaluso di livello più basso. Tutte le aperture di questi sulla riva arenosa, sì perchè sono facilmente squarciate, e dilatate dalle irruzioni del torrente, sì perchè li piani inferiori sono tutti declivi verso il Gardaluso, conducono direttamente il torrente a quel fatale congiungimento, il quale abbiamo per oggetto d' impedire.

Per questa ragione l' eccelsa Giunta con ottimo avvedimento ha stabilito una legge ben necessaria, e salutare, la quale vieta qualsivoglia aprimento di bocche sulla sponda sinistra dal ponte nuovo di Tradate sino alla cassina Cipollina. Questo tratto del torrente, siccome più alto di livello, così è più proclive al congiungimento col Gardaluso. Passata la cassina Cipollina, il fondo del torrente di Tradate, e de' piani adiacenti si abbassa molto più del Gardaluso; e però cessa il pericolo dello sviamento.

A questo saggio provvedimento opposero tosto certuni, che tanti boschi situati sulla sponda sinistra del torrente di Tradate, non sentirebbero come prima, il beneficio delle solite irrigazioni. Dicono verissimo; ma questa è una delle solite conseguenze, derivata dalla prevalenza del pubblico sopra l' interesse privato. E questa sarà sempre la regola de' Legislatori, quando si tratta di pubblici provvedimenti. Nè contro a questo divieto può muoversi querela, o prodursi ombra di ragione; imperocchè la libertà di fare diversioni d' acque da questi torrenti non è un diritto conferito a' privati dal Principe a titolo di contratto, di compera, o d' altra maniera; ma è

una semplice liberale concessione, o permissione del medesimo Principe, il quale gode, che dall' industria de' privati posseditori si volga a vantaggio de' boschi la ferocia stessa de' torrenti. Or questa permissione s' intende subito tolta dallo stesso Principe, quando ella impedisce un bene maggiore, qual è quello d' una provincia, o d' un territorio. In tal caso non è, nè può essere in balìa de' privati il fare diversioni d' acque da' torrenti dove, e come lor piace. Ma queste debbonsi prescrivere, o vietare da un Architetto d' acque deputato dal medesimo Principe, ed a norma della sola utilità pubblica. Sebbene a gran parte di questi medesimi boschi li più depressi di livello, i quali dal vietato canale superiore alla cassina Cipollina erano altre volte irrigati, potranno tuttavia condursi le acque da altro canale aperto sulla stessa riva sinistra al di sotto della detta cassina, con privato vantaggio, e pubblica indennità.

CAPITOLO III.

Origine terza delle frequenti chiuse, le quali attraversando il torrente di Tradate, per sollevare immediatamente il pelo dell' acqua al prossimo piano de' boschi da irrigarsi, di molto concorrono allo sviamento del medesimo nel Gardaluso, ed a' traboccamenti nelle vicine campagne; e con tale occasione si spiegano gli effetti nocevoli di simiglianti traverse ne' fiumi, e ne' torrenti.

I coltivatori de' vicini boschi, per condurre più prestamente le acque del torrente su' loro piani, più alti di livello del pelo delle medesime, ricorrono ad un famigliare partito di attraversare il torrente, di sotto alla bocca aperta sulla riva, con chiuse manofatte, altre di semplici passoni conficcati nel fondo, i quali sostengono la ghiaia, a tal fine ivi ammassata, altre di fascine, ed altre formate con rialzo di terra rassodata con buona selciatura, nella forma de' saltacavalli. E ben mi ricordo, che nella prima visita del torrente di Tradate mi venne fatto di contare una mattina oltre a tredici chiuse, in brevissimo spazio di tempo, e di giro. Se tutti li particolari possessori de' boschi s' accordassero nel medesimo partito di aprire le loro bocche d' irrigazione fino dalle parti superiori e più lontane, e più alte dell' alveo del torrente, il quale per la notabile pendenza va poscia decadendo di livello, sarebbe tolto un sì grande inconveniente. Ma ciascuno ricusa o la dipendenza, o l' unione d' altri per la difformità degl' interessi; e però su' loro fondi medesimi adiacenti alle rive del torrente aprono immediatamente le derivazioni d' acque, le quali in quel fondo d' alveo più depresso debbono poi essere forzate

a salire sul piano più alto con traverse, ed altri impedimenti. Or quali funesti effetti d' alzamento di fondo, e di rovinose inondazioni cagionino cotoste traverse, io mi fo qui ad esporre, tanto più accuratamente, quanto più proclivi io veggo alcuni a permetterle in altri nostri fiumi, e torrenti soggetti a grandi escrescenze, massimamente quando decorrono non già incassati tra le valli, e rive altissime, ma nelle basse pianure.

Il primo effetto, che fanno queste steccaie attraversanti il torrente con una data altezza, è quello di rialzare altrettanto il letto superiore di esso, disponendosi il nuovo fondo in una linea condotta per la cresta della steccaia, parallela al vecchio fondo, almeno finattantochè l' alveo non muta sensibilmente pendenza, e continuando lo stesso riempimento fino al concorso della seconda declività, o fino ad altro sostegno superiore, od altra nuova caduta. Or chi può spiegare quale, e quanto alzamento di fondo faranno le moltiplicate traverse in un torrente, che dalle valli rovinose, come dirò in appresso, scende torbidissimo, e mena sul fondo tante materie pesanti?

Sebbene assai ovvio, ed inteso da tutti sia questo primo effetto di riempimento dell' alveo per qualche tratto superiore, fin dove va a terminarsi, ed a battere contro il fondo del torrente la linea orizzontale, o parallela al vecchio fondo, condotta all' insù dalla cresta della traversa. Ma siccome ne' torrenti di molta pendenza cotesta linea non può altrimenti essere che breve assai; così si lusingano alcuni, che il riempimento, cagionato dalla traversa all' alveo, si stenda per pochissimo tratto, e non già nelle parti più rimote. Con questa fallace fidanza ho udito più volte farsi da molti l' apologia alle tante steccaie ne' nostri torrenti, e segnatamente del fontanile di Tradate, inferiormente poste dalla vigna Candiani all' ingiù verso li boschi Ramascioni. Dicevano questi, che del riempimento più lontano, e superiore dell' alveo non potevano incolparsi in conto alcuno le traverse inferiori, le quali, attesa la declività dell' alveo non stendevano la linea orizzontale del rigurgito dell' acque fuorchè a pochissimo tratto; e su questa ingannevole persuasione appoggiavano la difesa delle traverse, alle quali perciò non ascrivevano la colpa o del traboccamento nelle escrescenze, o dell' alzamento del fondo nelle parti più lontane. Ma non è così; ed il disinganno dipende da' principj più reconditi della natura de' fiumi, e de' torrenti, i quali andrò svolgendo, e dichiarando con la scorta del dottissimo padre Grandi, che più di tutti ha illustrata questa materia. E però io non mi avanzo più oltre, e dico col medesimo scrittore nelle sue riflessioni circa l' alzamento di una pescaia nel fiume Era, dico, che l' effetto del riempimento sarà molto maggiore di quanto s' è accennato, e che si stenderà a più lungo tratto fino all' origine stessa del fiume, o fino

ad altra caduta superiore, da cui il corpo del fiume venga interrotto.

Per meglio dichiarare il mio pensiero, il quale potrebbe a certuni sembrare o un paradosso, o una vana specolazione, debbo avvertire, che il sig. Guglielmini, con tutti gli Scrittori più versati in queste materie, nel suo Trattato della natura de' fiumi cap. 5. coroll. 3, e 5. afferma come certissima conclusione, che *de' fiumi, i quali corrono in ghiaia, la linea del fondo si dispone in una linea concava*. Quindi, se tutto il profilo del corso di questo torrente di Tradate si riducesse in un piano verticale, apparirebbe veramente una linea curva concava verso le parti superiori, quantunque in piccolo tratto di spazio non possa distinguersi sensibilmente da una linea retta, come accade ancora a' cerchi, e ad altre figure con grandissimo diametro descritte: ciò, che può dimostrarsi visibilmente in tutte le livellazioni del fondo de' fiumi, continuate per il tratto di alquante miglia. Anzi dalle livellazioni stesse fatte negli alvei de' tre torrenti, e da me esaminate attentamente, mi risulta, che la linea delle pendenze non è uniforme, ma variabile, e composta di molte inclinate ad angolo, e che il profilo dell' alveo di questi torrenti si rappresenta con più linee variamente inclinate, che fanno un poligono irregolare, il quale finisce in una curva; perchè paragonando varj altri termini intermedj, si vede sempre distribuita disugualmente fra di essi la caduta, come richiede la natura d' una curva. Qualunque poi sia la specie di tal curva, la quale alcuni dimostrano essere cicloide, prescindendo dalle alterazioni accidentali, e dalle resistenze, che s' incontrano dal fiume, poco ciò importa all' intento nostro, purchè la curva, convenevole al letto de' fiumi, o torrenti, sia concava verso le parti superiori, per concludere, che il letto del torrente di Tradate, dopo l' alzamento di tante steccaie, e traverse, s' innalzerà molto più ancora di quello, che volgarmente si crede. Imperocchè, secondo la persuasione comune, l' effetto dell' alzamento del fondo, cagionato dalla chiusa, sarà rappresentato da una linea retta, e tirata parallela al vecchio fondo della cresta della medesima, dove farassi il punto del contatto per diritto con la curva concava condotta dallo stesso principio, e sulla quale si dovrà nuovamente disporre il letto del fiume, per calcolarne l' effetto dell' alzamento, secondo la dottrina di questi Scrittori. Or chi non vede, che quanto questa curva rimane superiore alla sua tangente, altrettanto l' alzamento del letto del torrente sarà maggiore della linea, la quale suole comunemente disegnarsi per rappresentare l' effetto delle pescaie, e che al di sopra della traversa seguirà riempimento tale, che ristabilisca una nuova curva, simile a quella di prima, e continuata fino all' origine del torrente, o fiume, o ad altro sostegno intermedio da cui venga interrotto il corso di quello?

Ma perchè io temo, che l' effetto di questo straordinario riempimento dell' alveo, per le interposte chiuse, non si comprenda interamente da molti, non sarà a questi discaro l' intenderne la ragione dichiarata dal dottissimo p. Grandi nelle citate Riflessioni con queste parole. *La ragione di questo si è, perchè la natura del fiume richiedendo ancora nel nuovo letto di scaricarsi colla medesima velocità in tutte le parti corrispondenti alle varie pendenze del fondo di prima, bisogna che a poco a poco si stabilisca le stesse declività, per mezzo delle quali, cadendo, si acquistava quel grado di momento, con cui già scendeva. Altrimenti, raffrenandosi in un letto meno inclinato la sua solita celerità, verrebbe a rigurgitare verso le parti superiori. Che però non dee recarsi in dubbio, che siccome il fiume, ritrovando l' impedimento della pescaia, si spianerà da principio orizzontalmente, cagionando ivi come un lago, che abbia l' orlo nella sommità della medesima, e riempirà infallibilmente tutta quella cavità di sassi, e arena, od altra materia, di cui era carico, e la quale dovevasi da esso spingere più avanti verso le parti inferiori; così poscia continuando a discendere con altre acque cariche di nuova materia sopra il piano orizzontale nuovamente stabilito, essendo ivi costretto a raffrenare l' impeto conceputo dall' antecedente caduta, non potrà condurre seco, e spingere più oltre il peso, che seco porta, ma lascerallo precipitare al fondo: con che, attaccandosi la nuova arena, e la nuova ghiaia alla precedente già spianata in detto sito, viepiù lo rialzerà; e successivamente accumulandosi nuove deposizioni, serviranno sempre di appoggio ad altre, che si faranno superiormente, fermando le susseguenti materie, e continuandosi il rialzamento fino ad altra chiusa, che di sopra attraversi lo stesso; e quando altra non ve ne sia sino all' origine del medesimo, si compirà finalmente di ristabilirsi il nuovo letto sopra una curva simile a quella, che presentemente va calcando il fiume nel vecchio fondo, e con le stesse insensibili piegature, e mutazioni di declività corrispondenti a quelle di prima; la qual nuova curva partendosi dalla cresta della pescaia con situazione quasi parallela alla curva dell' alveo presente, riuscirà per qualche tratto notabile superiore ad essa nella medesima altezza della chiusa; ma questa distanza si andrà a poco a poco diminuendo all' insù, accostandosi l' una con l' altra curva, finattantochè insieme concorrano tutte due a toccarsi scambievolmente nell' origine di esso fiume, ed in altra chiusa superiore, come sopra si è avvisato.*

Ho prodotto stesamente la dottrina, e l' autorità di sì venerato Professore per due fini. Il primo è, perchè s' intenda, che lo straordinario alzamento del fondo del torrente di Tradate dee in gran parte ascriversi alla violenza delle tante traverse; l' altro fine è quello

di rendere più cauti, e più timidi gli Architetti, acciocchè non permettano cotanto frequenti traverse a' fiumi sottoposti a grandi piene, come fra noi è il fiume Lambro, massimamente dove scorre tra basse rive nella parte meridionale; ed acciocchè gli adiacenti terreni non soggiacciano per questo capo a più rovinose inondazioni, mentre l'effetto della chiusa, e del rialzamento del letto non ha una stesa sì corta, come si figurano alcuni. Il sig. Guglielmini, trattando delle chiuse, o pescaie, così scrive: *Edificata che sia una di queste cateratte, negando ella il passaggio all'acqua del fiume, è d'uopo, che questa si elevi, e riempia tutto il tratto dell'alveo superiore, che sta sotto il livello della soglia, o sommità di detta cateratta, formando con ciò uno stagno d'acqua a modo di laghetto, la cavità del quale in breve tempo sarà riempiuta di materia portata dal fiume; e con ciò alzandosi il letto fino all'altezza della chiusa, darà altresì occasione ad un simile, e sproporzionato alzamento delle parti superiori dell'alveo medesimo.*

Dichiarato l'effetto delle traverse per ciò, che attiensi all'alzamento del fondo di tutto l'alveo del torrente, passo ad iscoprire un altro più strano, ma incognito effetto, che fanno le medesime nell'alzamento straordinario dell'acque superiori nel caso di piene sopravvenienti: *dico adunque, che nel caso d'escrescenza, se una chiusa, o traversa forzerà il torrente ad alzarsi ivi un mezzo braccio di sopra il suo livello nel sito del frapposto impedimento, la medesima chiusa farà alzamento incomparabilmente maggiore dell'acque nelle parti superiori più rimote da essa.* So che questa proposizione parrà capricciosa, e strana a quelli, i quali non sono curiosi osservatori delle mirabili operazioni della natura per indagarne la ragione. Il primo scopritore di questo effetto, non avvertito da altri, fu il sagacissimo padre Castelli. Aveva egli osservate nel corollario 14. del suo Trattato della misura delle acque correnti, che ne' fiumi reali, che entrano in mare, come qui in Italia il Po, Adige, ed Arno, i quali per le loro escrescenze sono armati d'argini, aveva, dissi, osservato, che lontano dalla marina hanno bisogno d'una notabile altezza d'argini, la quale altezza va poi di mano in mano scemando, quanto più s'accostano allo sbocco in mare; in modo tale, che il Po lontano dal mare cinquanta, ovvero sessanta miglia, intorno Ferrara, avrà più di venti piedi d'altezza d'argini sopra l'acqua ordinaria; ma lontano dal mare dieci, o dodici miglia solamente, non arrivano gli argini a dodici piedi d'altezza sopra la medesima acqua ordinaria, ancorchè la larghezza del fiume sia eguale: talchè l'escrescenza della stessa piena viene ad essere assai maggiore di misura lontano dal mare, che vicino; eppure parrebbe, che passando per tutto la medesima quantità d'acqua, dovesse il fiume aver bisogno

della medesima altezza d'argini in tutti i luoghi. E qui comincia egli ad appianare la via all' intelligenza di questo primo paradosso, dicendo, che col principio già da lui stabilito della velocità, la quale ha sì gran parte nella misura delle acque correnti, si poteva render la ragione di tale effetto, e dire, che quell' eccesso di quantità d' acqua sopra l' acqua ordinaria va sempre acquistando maggior velocità, quanto più s' accosta alla marina, e però scema di misura, ed in conseguenza d' altezza.

Osserva egli in oltre, che le acque cadenti de' fiumi si vanno assottigliando nelle loro cascate, di modo che la medesima acqua cadente, misurata al principio della cascata, è maggiore, e poi va di mano in mano scemando di misura, quanto più si discosta dal principio della caduta; il che non dipende da altro, che dall' acquisto, che va facendo, di maggiore velocità.

Sulle tracce di queste osservazioni io vi aggiugnerò le mie, le quali più si accostano a quello, che son per dire. Ogni qualvolta un fiume gonfio sbocca in un altro più basso di livello, osservo, che alle foci si spiana per la stessa ragione, e si abbassa molto più che nelle parti superiori, soggette a' trabocchi delle sue acque. E perchè qualunque sostegno, che attraversi un fiume, e che tenga in collo le sue acque a notabile altezza, può giustamente chiamarsi un nuovo sbocco del fiume in un alveo più basso; ho più volte osservato gli strani effetti di queste traverse, e chiuse nel nostro fiume Lambro, in occasione di escrescenze. I. In poca distanza dal ciglio della chiusa l' acqua va accelerando il suo corso molto più che nelle parti superiori; e per conseguenza il pelo della medesima ivi si abbassa, e più rare volte sormonta le rive. II. Stante la medesima piena, la maggiore altezza d' acque si mantiene il più delle volte nelle parti superiori più remote dalla chiusa; e qui è dove accadono le maggiori, e più alte inondazioni. Anzi, se sopra la cresta della chiusa, per piena sopravvegnente, l' acqua s' alza, a cagion d' esempio, un mezzo braccio, in maggiore distanza di quello si solleva viepiù a notabili altezze di braccia 3, 4, 5, ec. Onde gli alzamenti della stessa piena in vicinanza della chiusa non corrispondono a quelli, che si fanno in parti più lontane da essa. La ragione universale è sempre la medesima. Poco sopra all' ostacolo della chiusa, e del suo scarico la piena si accelera molto più che di lontano, in parità d' altre circostanze; e però qui si assottiglia, e si scema d' altezza il suo corpo, supplendo la velocità.

Di qui ne segue, che se si deprimesse d' un semplice mezzo braccio la sommità d' una chiusa, l' altezza del fiume nel caso d' escrescenza non si abbasserebbe del pari nelle parti superiori, ma oltre a due, o tre braccia. Dunque la piena d' un fiume, o torrente non

soffre il maggiore rigurgito nel sito, dove è costrutta la chiusa, cioè nel sito della caduta, e del suo scarico; ma i rigurgiti maggiori dalla chiusa si trasportano più all' insù, dove il fiume decorre con minore velocità.

Confermo il detto finora con l' autorità del p. Castelli, gran maestro della scienza dell' acque, il quale fu il primo ad avvertire la novità di questa osservazione. Trattavasi di liberare le campagne di Pisa dalle frequenti inondazioni cagionate da fiume Morto; e la controversia tra' professori unicamente verteva intorno alla sboccatura del medesimo fiume, se si dovesse mettere in mare, ovvero in Serchio, di un solo mezzo braccio più alto di livello del mare. Il p. Castelli, dopo aver ben ponderati li vantaggi, e gli svantaggi dell' una, e dell' altra sboccatura, nella lettera scritta al p. Francesco di San Giuseppe, propone il suo parere al Serenissimo Principe Leopoldo suo signore, in questi termini: *Questo, che ho detto fin qui, è assai chiaro, ed intelligibile da tutti quelli, che hanno qualche notizia, e mediocre ingegno in queste materie. Ma quello, che son per proporre da qui in avanti, sono molto ben sicuro, che sarà inteso da V. R., ma parrà strano, ed inverisimile a molti. Il punto è, che io dico, che con alzare il livello di Fiume morto un mezzo braccio solamente alla sua sboccatura, cagionerà tre, e forse più braccia di alzamento delle acque sopra la campagna verso Pisa, ed anco di più, di mano in mano che s' allontaneranno dalla marina; e così seguiranno grandissime inondazioni, e danni di considerazione. E per intendere, che questo sia verissimo, deesi notare un accidente, da me avvertito nel mio discorso della misura delle acque correnti, dove ancora ne rendo la ragione al corollario 14. L' accidente è tale, che sopravvenendo una piena, per esempio, al fiume Arno, la quale lo faccia rialzare sopra la sua bocca ordinaria dentro Pisa, o poco sopra, o poco sotto la città sei, o sette braccia, questa medesima altezza riesce sempre minore, e minore, quanto più ci andiamo accostando alla marina; in modo tale, che vicino alla marina non sarà rialzato il medesimo fiume a fatica un mezzo braccio in circa; dal che ne segue per necessaria conseguenza, che se io mi trovo giù alla marina, e non sapendo altro di quello, che accade, vedessi alzato il fiume d' Arno per una piena, un terzo di braccio, potrei di sicuro inferire esser il medesimo fiume alzato in Pisa quelle sei, o sette braccia. E quello, ch' io dico d' Arno, è verissimo in tutti i fiumi, che sboccano in mare. La qual cosa stante vera, è necessario tener grandissimo conto d' ogni poco di alzamento, che fa il fiume Morto alla marina per isboccare in Serchio ec.*

La stessa dottrina, ed osservazione applica poi lo Scrittore a tutte le pescaie, e chiuse, le quali attraversano i fiumi, o torrenti, e

rialzano il pelo dell' acqua ad uso delle derivazioni, e formano una nuova sboccatura al medesimo fiume, e nuova caduta. Imperocchè la regola generale è sempre immutabile, e risade nel medesimo, o si consideri lo sbocco del fiume in mare, od in un lago, od in altro fiume, od in altra parte del medesimo alveo. Il sig. Ingegnere Bartolotti oppose al Castelli quella comune osservazione, sotto la quale tuttavia si nasconde il paralogismo, e l' inganno di molti nella facile concessione di queste traverse, e disse, che l' effetto delle pescaie succedeva al rovescio di quello, che affermava il Castelli, e che l' alzamento maggiore delle acque operavasi nelle parti vicine alla chiusa, e facevasi sempre minore nelle parti superiori più rimote. Al che risponde il Castelli distinguendo lo stato di piena dallo stato d' acqua ordinaria, e scrive così: *Imperocchè l' alzamento che si fa per l' impedimento posto di sotto, di pescaia, o di traversa, opera sul principio alzando le acque vicino all' impedimento assai, e poi meno, e meno, allontanandoci noi all' insù dall' impedimento; quando però non si tratti di piena, ma solo dell' acqua ordinaria impedita. Ma sopravvenendo una piena, allora l' acqua di questa, dico io, farà alzamento maggiore nelle parti superiori lontane dall' impedimento; e questi impedimenti poi saranno quelli, che allagheranno le campagne, come seguì diciotto, o diciannove anni sono, avanti l' apertura di fiume Morto in Serchio. Quì io potrei addurre un caso bellissimo, occorso a me nella campagna di Roma, vicino alla marina, dove rasciugai un pantano della condizione delle acque di Pisa; e mi riuscì l' impresa sbassando le acque nel sito loro alla marina solo tre palmi, ed in ogni modo nel pantano si sbassarono più di quindici palmi. Ma la cosa sarebbe lunga, e da non potersi spiegare così facilmente; e sono sicuro, che il sig. Bartolotti, considerato questo fatto si muterebbe d' opinione, ed insieme conoscerebbe, che rimettendosi di nuovo quell' impedimento di tre palmi, le acque nel pantano ritornerebbero colle prime piene, e colle piogge al termine di prima.* Ed altrove trattando egli dell' asciugamento delle paludi Pontine, e delle loro cagioni, scrive così: *Un altro capo di questi danni, proveniente pure dalla medesima radice, il quale ha gran parte in questo disordine, è l' impedimento nel fiume di quelle palificate, che si fanno, ristringendo il letto del fiume, per metter le reti da pescare, delle quali pescaie ne numerai più di dieci; e queste pescaie sono di tanto impedimento, che taluna di loro fa rialzare l' acqua del fiume nella parte superiore mezzo palmo, e talvolta uno, e più ancora; sicchè raccolti tutti insieme questi impedimenti, importano più di sette, e forse otto palmi.*

Non sarà inutile, cred' io, questa digressione, per torre da molti quella persuasione, che le traverse, e le chiuse a' fiumi, o torrenti

non concorrano alle inondazioni nelle parti ancor più remote. E siccome ho durato fatica a persuaderne la rimozione di esse dal torrente di Tradate; così mi sono qui indotto a giustificare il mio parere. Sebbene molto prima di me il sig. Vincenzo Viviani nel suo primo discorso intorno al riempimento del fiume Arno avea condannate tutte queste traverse, che si fanno a' fiumi, così scrivendo: *Di qui è, che fui obbligato a proporre all' Altezza Vostra la demolizione non solo di tutte le sopracchiuse di tavole poste sulle pescaie murate, ma delle stesse pescaie, stante l' averle riconosciute in fatto d' evidentissimo pregiudizio, e danno a quelle campagne pel ritardamento, che arrecavano così alte traverse allo scarico delle piene d' Ombrone ec. L' effetto in sostanza si è, che dopo la rimozione delle sopracchiuse, e la demolizione delle traverse si vede il letto d' Ombrone essersi profondato molto con le piene ec.*

Cotesta mia digressione sugli effetti nocivi delle traverse negli alvei de' fiumi gioverà non tanto di stimolo a togliere interamente da qui in avanti dal torrente di Tradate un' origine cotanto certa, ed infausta de' suoi traboccamenti, e del riempimento del suo fondo, quanto di regola agli Architetti di Acque nel vietare talvolta in molti tratti de' nostri fiumi soggetti alle piene le stesse steccaie, o almeno le loro moltiplicità, ed altezza, dalle quali derivano le inondazioni ancora più lontane; ed il privato vantaggio d' un mulino, o d' una semplice irrigazione potrassi più giustamente bilanciare col pubblico danno.

CAPITOLO IV.

Le nude, e rovinose valli, d' onde sboccano li tre torrenti, sono la quarta origine del continuo alzamento di fondo de' loro alvei, e de' più frequenti traboccamenti, e delle variazioni de' loro corsi.

Chiunque s' affaccia all' imboccatura di queste tre valli, massimamente di Tradate, e del Bozzente, rimane sorpreso da uno spettacolo straordinario, che appena può figurarselo chi non l' ha veduto. Il terreno che scende giù nella valle maggiore, tutto è trinciato, ed aperto da altre valli, e vallette scoscese, e pare neve, che si squagli al sole. Tutti li piani superiori delle brughiere, pendenti verso le valli, non hanno una continuata superficie, ma si veggono squarciati per ogni lato da rigagnoli in varie aperture, le quali si vanno disponendo in nuove valli. Non si può da un pittore rappresentare idea più tragica di terreno rovinoso. La qualità poi della terra di queste valli è cotanto infelice, che al primo bagnarsi dalle pioggie si ammollisce, e fassi fluida, e scorrevole quasi al par dell' acqua

medesima. Si figuri ognuno quale immenso trasportamento di terra ad interrire gli alvei dovrà farsi da' torrenti.

Una delle molte cagioni di questo strano dirupamento si è quella, che dirò. Il dominio di queste valli s' appartiene a molte Comunità. Già è noto, che dove molti comandano, nessuno ubbidisce, e non vi domina la legge, ma l' arbitrio, lo spoglio, e l' interesse privato. In tutto l' anno dagli abitatori vicini si corre come all' assalto, ed al saccheggio di queste povere valli; ed a depredarne ogni arboscello, e cespuglio, e perfino la stessa naturale corteccia d' erbaggio che staccano, e radono co' lor badili fino dalle ultime fibre, e tutto ciò per uso di farne materia di concime, e di coltura, in supplemento delle paglie, delle quali va scarsissimo il paese.

Lo stesso pessimo costume di zappare il brugo, non di semplicemente segarlo, lasciandovi almeno le radici, ed il piccol fusto, si è introdotto universalmente ne' piani superiori, ed inclinati delle brughiere: e quindi le piogge sopravvegnenti solcano, ed iscavano il terreno nudo, niente collegato dalle radiche dell' erbe, e delle piante, ed anzi precedentemente smosso dalle zappe, e vi aprono sempre nuovi cavi, e rigagnoli, e valli, e rovine.

Sebbene mi giova qui richiamare questo particolare disordine alla sua vera universale origine, pur troppo diramatasi nella nostra Italia, del taglio de' boschi, i quali furono stabiliti dalla natura per sostegno de' monti, e delle valli, e per freno a' torrenti, ed a' fiumi. Di qui è il dirupamento continuo de' monti negli alvei de' fiumi: di qui è la mutazione frequente de' loro letti, non arginati da boschi: di qui procedono i loro traboccamenti, ed incertezze de' loro corsi.

Il dottissimo p. Grandi nelle sue riflessioni stampate intorno al fiume Era, esaminando le origini del continuo alzamento dell' alveo de' fiumi, e torrenti della Toscana, confuta il sig. ingegnere Rondelli, il quale aveva scritto *essere certissimo appresso tutti i migliori pratici, che l' alzamento naturale del fondo de' fiumi dipende da due sole cagioni, che sono l' allungamento della loro linea, e l' alzamento del fondo del recipiente*. Risponde il p. Grandi al suo Oppositore, e scrive così: *Si può avvertire, che tanto è lungi dal potersi attribuire il continuo alzamento del fondo de' fiumi a queste due sole cagioni, che piuttosto queste stesse sono effetti d' un' altra più principale, e senza di cui queste nulla opererebbero. Questa è la gran copia delle materie, che seco portano i fiumi, massimamente dopo che l' umana industria, volendo da ogni zolla di terra cavare alcun frutto, si è posta a dirompere, e sconvolgere i terreni ancora più montuosi per coltivarli; rendendoli così più disposti ad essere portati via dalle acque, che sopra vi corrono, e quindi scolano ne' torrenti, e ne'*

fiumi, i quali perciò molto più del consueto si ritrovano torbidi, e seco portano que' pezzi di sasso di già staccati, e mossi, che incontrano per istrada; ne potendo sempre spingerseli avanti, mercè gl' impedimenti, e resistenze, che s' attraversano al loro corso, e ne raffrenano il vigore dell' impeto, sono obbligati di tanto in tanto a [illegible]orli, dove i più grossi, dove i più minuti, ed altrove schietti, [illegible] altrove colla terra, e colla rena mescolati, onde viene il fondo di essi fiumi continuamente inalzato. Fin qui il p. Grandi, il quale descrive appunto il caso somigliante delle tre valli di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente. Quante boscaglie in tutti que' contorni sonosi ridotte a coltura di seminati, e di viti a ricordanza d' uomini del paese non molto provetti in età? quanti nuovi scòli d' acque piovane si sono aperti dagli agricoltori, perchè i terreni, e piani frescamente coltivati, ne avessero lo scarico giù per la valle? E quindi appena può spiegarsi, come per ogni lato de' piani superiori ridotti a coltura, siansi aperti nuovi rivi, rigagnoli, e torrentelli, i quali tutti alla valle principale di ciascun torrente volgono il loro corso, e le materie pesanti, che più facilmente ora si distaccano dal declive terreno coltivato, e smosso dall' aratro, e dalla zappa.

Per questa ragione in ogni ben ordinato governo ritrovo, che con severe pene si è provveduto alla conservazione perpetua de' boschi, di dove sboccano torrenti, e fiumi; e ne' miei viaggi per l' Elvezia, per la Germania, e per altri paesi montuosi, ho udito mantenersi tuttavia l' osservanza di queste leggi, insegnateci dalla natura medesima, a fine di preservare dalle rovine le basse fertili pianure, e le abitazioni al piè de' monti. Anche l' Italia nostra munita era di sì buone ordinazioni in ogni Provincia circondata da' monti, ed assalita da molti fiumi; nè l' osservanza di queste era violata dagli abitatori, l' industria de' quali allora era rivolta ad altri più grandiosi vantaggi d' un fiorito commercio per terra, e per mare. L' epoca infelice di questi disordini può fissarsi nel decadimento del suo commercio. Allora i popoli sempre industriosi, e sagaci dell' Italia si applicarono alla coltura de' monti, e delle valli: e l' Italia comparve tanto più misera, quanto più colta ne' luoghi montuosi, riserbati dalla natura al provvedimento de' boschi, necessario all' uso continuo di tutte le arti.

Un tale disordine, il quale sempre più va crescendo per l' error comune, deplora eziandio il dottissimo Vincenzio Viviani nel suo Discorso intorno al difendersi da' riempimenti, e dalle corrosioni de' fiumi con le seguenti parole: *Intendo bensì di discorrere dell' altra causa agente dalle parti di sopra, la quale s' è renduta, e si renderà sempre più sensibile, mediante il gran diboscamento, che in universale contro agli antichi provvedimenti è stato fatto delle Alpi, e de'*

monti, di quelli in particolare, che secondano il corso dell' Arno, e mediante i tanti coltivati, per lo più fatti con poco buon ordine dalle radici di essi monti fino alle cime, e ne' fondi delle valli, per dove, passando le piovane, si formano i borri, i fossati, i rivi, ed i fiumicelli, che scendono in Arno. Queste sono le più patenti cagioni, che concorrono alla di lui ripienezza; poichè le piogge cadenti sopra que' monti spogliati di legname, coltivati, e smossi, non trovando più il ritegno della macchia, e del bosco, vi scorrono precipitose, e s' accompagnano colla materia di terra, sasso, e ghiaia, della quale essi son formati, e la conducono furiosamente nel fiume, il quale ingrossatone assai più di quel che senz' esse ei farebbe, le trasporta tanto all' ingiù, quanto la forza della corrente può spingerle innanzi abbandonando per via le più gravi, cioè quelle di mano in mano, che superano col proprio discensivo momento la violenza dell' impeto progressivo conferitole, e ciò a misura delle grandezze, e delle durazioni delle piene. Assicuratasi sin qui dell' esistenza del disordine, ed additatene brevemente le cause, passo alle proposizioni de' rimedj, i quali io non sono così presuntuoso, che io li dia per assolutamente potenti a liberar per tutto, e per sempre il fiume Arno da tale riempimento, ma validissimo al certo a sommamente diminuirlo, ed a prorogare per lunghezza di secoli que' pregiudizi, che molto prima, e per necessità proverebbono le campagne circostanti, e Firenze ancora, mentre in vece d' impedir coll' arte tali danni, si continuasse a permettere, che l' arte stessa fosse in aiuto della natura a farli divenire continuamente maggiori, lasciando col diboscamento, e colle coltivazioni non in tutto bene intese, e mal sostenute, indebolire, e snervare la consistenza della superficie de' monti, e lontani, e prossimi ad Arno, che le veniva già conferita dalle radiche dei legnami verdi, e dall' erbe, per cui stava quella perpetuamente vestita, e consolidata.

Al sentimento di questi due li più accreditati Scrittori Idraulici ho voluto appoggiare la primaria origine, che io penso essere verissima del riempimento de' tre torrenti, e del loro alzamento di fondo, acciocchè non così facilmente si condanni d' una vana teorica tutto ciò, che o non si comprende, ovvero nell' esecuzione porta seco qualche arduità.

Non altro rimedio a questo universale sconcerto si propone dal signor Vincenzio Viviani, che quello di rimettere cotesti luoghi montuosi, e queste valli a' primi stabilimenti della natura, ed all' antico imboschimento. Gran tempo richiedesi, non lo niego, e grand' arte a questo rinnovellamento; e dagli Scrittori se ne sono studiate le maniere più acconce, le quali io mi fo ad esporre nel seguente Capitolo. Fuori di questo partito non v' è scampo al male. Si riempiranno

incessantemente gli alvei de' torrenti, traboccheranno dagli argini, si faranno nuovi letti, e nuovi corsi con rovina delle provincie più ubertose.

CAPITOLO V.

A quanti fini sieno ordinate le serre, o chiuse, o traverse negli alvei de' torrenti, ovvero nelle loro valli, e se queste abbiano luogo nelle valli de' tre torrenti ad impedire il riempimento de' loro alvei.

Le traverse a' fiumi, ed a' torrenti non altro sono che una valida costruzione o di vari ordini di palafitte, o di grossi muri a calcina, o d'un ammasso ben disposto di prismi, e di macigni, secondo la varia qualità de' fiumi, ed i loro usi. Queste vogliońsi su larga pianta stabilmente fondate, e con grandissima scarpa al di fuori, colle loro banchine, e con più gradinate. La forma loro è varia, a tenore delle svariatissime circostanze, nelle quali s'abbattono, o di fondo più, o meno resistente, o di pendenza maggiore, o di quantità d'acque, e simili.

Ne' luoghi montuosi si costruiscono frequentemente le traverse negli alvei de' fiumi, o de' torrenti, che scendono giù da' monti più remoti, e tagliano le strade pubbliche, le quali in cotal guisa sostenute sono, ed impedite dal profondarsi, ed avvallarsi in quella parte con incomodo de' passeggieri.

Altre serre, e chiuse composte di grandi ceppi si veggono assai frequenti nel fiume Lambro ad uso de' mulini. E siccome questo fiume soggiace a grandi, ed impetuose piene, molto maggiore solidità richieggono le medesime chiuse, a fine di sostenersi. Altre poi di varj ordini di colonne con interposte fascine, in diverse forme, secondo i fini lor proprj, si formano nel fiume Nuzza, nell' *Ogogna*, e in altri simili canali, per sostenere le acque correnti a maggiore altezza di livello, acciocchè imbocchino le aperture delle rogge, e delle diramazioni superiori.

Lo scopo delle traverse, delle quali io debbo qui trattare, è rivolto unicamente a frenare la gran pendenza delle valli, la soverchia caduta de' torrenti, e lo scorrimento delle materie trasportate dalle acque ad innalzare il fondo dell' alveo de' medesimi torrenti, o fiumi. L'uso di queste traverse a tal uopo è antichissimo, e segnatamente commendato dal celebre sig. Vincenzio Viviani nel piano da esso lui proposto intorno al difendersi da' riempimenti, e dalle corrosioni de' fiumi, ed applicato ad Arno in vicinanza della città di Firenze. In prima dimostra egli con indubitate osservazioni il continuo

alzamento del fondo di questo fiume, e scrive così: *Che il letto d' Arno si sia alzato, e si vada alzando perpetuamente, è così vero, che se vero fosse il contrario, non si vedrebbero i minori fiumi, e torrenti, che vi mettono, ridursi continuamente più alti delle campagne, per dove passano per acquistare nel medesimo Arno la caduta, che a loro bisogna ec. In conseguenza di tale alzamento non seguirebbono così spessi trabocchi, o rotte negli argini, non converrebbe tutto giorno rialzarli, non si replicherebbero di tempo in tempo gli scavamenti de' loro alvei, non sarebbe mai necessario rifar ponti rimasi senza luce, ed affogati, non perderebbero i mugnai le cadute de' loro mulini ec.*

Or questa descrizione del Viviani degli effetti dell' alzamento di Arno pare giusto una pittura di ciò, che abbiamo osservato nella serie di non molti anni nel torrente di Tradate. Il ponte vecchio presso il monastero delle Monache, si vide quasi affogato dal riempimento dell' alveo, prima che si ponesse mano alla costruzione del nuovo ponte. Il fondo del suo alveo per lungo tratto, dov' è superiore al livello delle adiacenti campagne, dove lo uguaglia, e quindi le piene decorrono sostenute da semplici arginature con frequenti rotte, traboccamenti, e rifacimenti di sponde manofatte. Ma ritorniamo ad udire gl' insegnamenti di sì grande maestro, qual era il Viviani, che scrive così: *Venendo oramai ad esporre le operazioni, che io intenderei potersi porre ad effetto per troncare il progresso di tanto riempimento del letto d' Arno, dico esser mio parere, che, oltre il rinnovare gli antichi bandi, e ridurre a più esatta osservanza le proibizioni del taglio de' boschi sulle Alpi, nelle valli laterali, più prossime ad Arno, nelle quali di necessità si riducono tutte le acque, che lo vanno ingrossando, in quelle sole dirupate, e sciolte, che avesser bisogno d' esser sostenute, si andassero dal piè de' loro fondi su su verso i loro princip̄j disponendo, e fabbricando in aggiustate distanze fra loro più serre, o chiuse, o traverse, di buon muro a calcina, su larga pianta stabilmente fondate, con grandissima scarpa al di fuori; dove fosse necessario ridurle di tempo in tempo a maggiore altezza, dopo che per di dentro si fossero rincalzate dalla materia, che le acque naturalmente vi condurrebbero; non convenendo farle di posta alte, quanto vi vanno, per non esporle alla rovina. La forma di queste serre per lo più dovrebbe essere in angolo, o arcuta col convesso volto in dentro alla venuta dell' acqua, ed a zanà, cioè alquanto più bassa nel mezzo, che alle testate da fermamente incassarsi dentro le rive. Con tali serre verrebbe moderata la gran pendenza di quelle valli, ed in conseguenza frenata giù per esse la soverchia caduta delle acque, e fermata perciò la corrosione dentro il suolo delle medesime valli.*

Parrà strano a taluno, che io per autorizzare l'uso di cotesfe serre, o roste, come altri dicono, siami dilungato nel produrre il testimonio di sì grande scrittore, quando il sig. Ferdinando Pessina, deputato dal nostro Governo a frenare il continuo alzamento di fondo, e riempimento degli alvei de' tre nostri torrenti, ordinò, ed eseguì la costruzione di molte somiglianti traverse nelle tre valli di Tradate, del Gardaluso, e del Bozzente; e quindi l'artificio, e lo scopo di tali lavori non dovrebbero parere stravaganti, od incogniti nel nostro paese dove si veggono già introdotti. Ma appunto nelle prime visite, che io ho fatto a questi torrenti, ed a queste valli, ed all'udirne i ragionamenti, ed i pareri di molti, m'avvidi subito, che pochissimi erano quelli, i quali avessero penetrato la forza, il fine, e l'uso di questi lavori. E siccome il sig. Ferdinando Pessina, uomo degno di immortal memoria, prevenuto dalla morte nelle prime orditure del suo Piano, non aveva posto mano alla separazione de' tre torrenti; così le già costrutte traverse si rimasero abbandonate.

Intanto sul progetto di tali traverse poste già in opera dal signor Pessina, io udiva molte condanne d'imperiti. Altri le biasimavano come novità d'opere di nessuna durata; altri le riprendevano come niente conducenti al fine da lui preteso. Che avrebbero detto poi cotesti riprensori, quando avessero letto in Vincenzio Viviani quello, ch'egli soggiugne in commendazione di coteste opere con le seguenti parole? *Simiglianti ripari di serre, di piantate di boschi, utilissimi senza dubbio si farebbero conoscere, applicandoli ad altri fiumi del dominio fiorentino, come ad Ombrone, a Bisenzio, e ad ogni altro della Toscana, siccome d'ogni altra provincia dell'Italia, e fuori, e dovunque occorra provvedere, che i letti de' fiumi, e canali si conservino navigabili, e non si riempiano di materia avventizia, che occupi il luogo alle acque, per le quali quegli alvei furono destinati.*

Basta per ora l'autorità di sì grand'uomo, che vale per molti, senza produrre altre testimonianze di fatti, e di Scrittori, a mettere a coperto dalle opposizioni degl'imperiti la fama del sig. Ferdinando Pessina, uomo benemerito della Lombardia nostra nel regolamento de' fiumi, e de' canali. E tanto più sincera, e veridica sarà riputata la difesa, che io di lui prendo, quanto più alieno io mi sono sempre mostrato dal rifabbricare nelle valli le medesime traverse, ma per tutte altre ragioni da quelle le quali si produssero; e per compita trattazione di questa materia non tardo ad esporle.

A due operazioni ordinare si possono le traverse nelle valli, per quanto spetta allo scopo primario d'impedire il riempimento degli alvei de' tre torrenti, ed il continuo loro alzamento di fondo. La prima consiste nell'attraversare con queste da un fianco all'altro la larghezza tutta della valle; onde parte con l'altezza del sostegno,

parte con la superiore dilatazione del piano meno acclive, formare si possa un grande ricettacolo di materie, le quali dall' acque pluviali scorrenti per le valli laterali trasportate giù nell' alveo del torrente, si conducano a questo gran vaso, e sostegno, ove si fermino, e si arrestino; acciocchè lo sbocco del torrente dalla valle nell' alveo, che decorre poi per le pianure colte, sgombro dalle materie pesanti, non sia più capace di fare tanto interrimento, e deposizione di ghiaie, ed alzamento di fondo. Il pensiero par bello, ed utile; ma se altro non si pretende dall' uso de' sostegni, mi si permetta, che io vi faccia alquante eccezioni.

La prima è, che troppo poca cosa a sì gran fine è cotesto ricettacolo di materie, che può formarsi da un sostegno attraversante una stretta valle, ed assai pendente, quali sono le valli de' tre torrenti. Immensa è la copia di terra, di rena, di ghiaia, che per qualunque pioggia va dirupando giù dalle valli. Altro che il ricettacolo di cento, o dugento trabucchi quadrati vi vuole a contenerla in molte piene, e per più anni; al quale uopo vi vorrebbe un lago di molte miglia. In poche piene d' un anno solo vedrebbesi riempito il sostegno, e rinnovarsi da capo, giù per la cresta del medesimo, il trascorrimento delle materie, come abbiamo già osservato nelle serre, o traverse costrutte dal sig. Pessina, e rinnovate nella moderna riparazione. Molto più ciò accade, sì perchè la pendenza del fondo delle valli ristringe la distesa della capacità del sostegno; e sì ancora perchè al sostegno medesimo non può darsi fuorchè mediocre altezza, per non l' esporre a rovina, come ben avverte il Viviani. Or questo mio parere fu ampiamente esposto a' signori Periti, quando la prima volta si trattò del rifacimento di simili sostegni, con appoggiarlo non solamente alla ragione, ma all' autorità degli Scrittori, tra' quali mi basta di produrre il signor Guglielmini al cap. ra. della natura de' fiumi ove scrive così: *Se il fiume, prima della costruzione della chiusa, porterà ghiaia per qualche tratto di sotto al sito di essa, non lascerà di portarla, dopo che la chiusa medesima sarà edificata, sino al termine di prima, posciachè ristabilito il fondo nella parte superiore alla chiusa, tornerà col tempo alla primiera declività, ed il fiume ripiglierà il suo antico genio di portare materia simile a quella di prima. S' ingannano perciò quelli, che pretendono colla costruzione delle chiuse di trattenere le ghiaie, ed i sassi dentro i valloni delle montagne, e negli alvei dei torrenti, e con ciò d' impedire l' alzamento dei fondi de' fiumi, dentro de' quali hanno sfogo i torrenti medesimi; poichè, sebbene con tal arte si fosse per ottenere qualche parte del fine, che si pretende non se ne potrebbe pertanto sperare quanto bisogna, attesochè non si tratterrebbe fra le montagne altra ghiaia, se non quella che potesse capire nel vano delle chiuse*. Fin qui il sig. Guglielmini.

Che se con il medesimo progresso del riempimento della chiusa si pretendesse di accrescerne l'altezza, e per conseguenza la capacità, come avvertì il sig. Viviani nelle parole di sopra citate; in tal caso la spesa annuale non sarebbe proporzionata allo scarso vantaggio, che se ne ritrarrebbe. Oltrechè un tale alzamento successivo della chiusa per necessità avrebbe tosto il suo termine; altrimenti il riparo rovinerebbe. Laddove il trasporto delle materie, ed il riempimento del vano della traversa sarebbe sempre il medesimo, giusta le leggi immutabili della natura.

Mi ripiglierà tosto taluno de' primieri contradditori delle serre nelle valli; adunqne questi ripari giustamente possono riputarsi di nessun pro, eziandio contro il sentimento del sig. Viviani. Nò certamente. E qui passo a considerare l'altro importantissimo uso, al quale possono ordinarsi le traverse nelle nude valli, che è quello di nuovamente imboschirle, e con ciò d'impedire il dirupamento delle medesime.

Io considero, che le vere traverse, le vere chiuse stabilite dalla provida natura a difesa de' monti, ed al sostegno delle valli, non altro sono che i boschi medesimi, e le folte piantagioni d'alberi, i quali stendendo le loro radici nella superficie del terreno morbido, e de' colli acclivi, e de' monti scoscesi, la indurano, la costipano, e la rendono resistente al solcamento delle acque piovane. Ne può trovarsi altro riparo più sicuro, e più stabile, che quello de' boschi, all'arresto delle materie le quali riempiono l'alveo de' fiumi, e dei torrenti.

A questo rilevantissimo scopo di abilitare le nude valli all'*imboschimento*, ordinò il signor Vincenzio Viviani, le serre, e le traverse, l'uso delle quali non deve essere come di semplici ricettacoli delle materie, ma d'un arresto continuato delle medesime su per il lungo delle valli, e per la china de' monti, come dirò in appresso. In fatti il citato Scrittore soggiunse tosto: *Fabbricate, e rincalzatesi queste chiuse, si dovrebbe su per esse valli, in que' luoghi, dove già non fossero, far diverse, e folte piantate di boscaglia, o da fuoco, o da taglio, la più appropriata alla qualità del terreno, e del sito, per distanza di qua, e di là da' suddetti fondi, e chiuse, la maggiore che possibile fosse, avendo riguardo alla grandezza delle valli, ed alle loro maggiori, o minori pendenze tanto laterali, che andanti; provvedendo qui ancora con pene alla conservazione perpetua di tali boschi ec.*

Ma per discendere a trattare del modo, e forma di questo imboschimento, premetterò alquante breve notizie di fatto, le quali si traggono dalle osservazioni delle valli de' tre nostri torrenti. Questi, oltre la ghiaia, e la rena, immensa copia di terra seco traggono

distaccata dalle falde de' colli, le quali al primo tocco delle piogge, de' rivi scorrenti si ammolliscono, e si sciolgono. Ma che avviene? La prima separazione delle materie fassi nel fondo della valle medesima, e le più pesanti, come le ghiaie, quivi si depongono, massimamente al calar delle piene. Le materie arenose, e terree, siccome più leggieri delle prime, si traggono dal torrente dopo lo sbocco dalla valle ad interrire l'alveo. Da questa disuguale qualità di deposizioni ne deriva, che tutto il piano della gran valle di Tradate, su cui e di fianco, e di fronte sboccano diversi torrenti, non è altro che un nudo, e sterilissimo ghiaiato incapace di alimentar piante, o boschi per il tratto di molte miglia; e però il progetto dell' imboschimento nello stato presente sarebbe del tutto vano.

Si osserva però, che eziandio nel fondo della valle non è disperato il caso, o il mezzo di ottenervi bonificazioni di terreno idoneo alla piantagione. Nelle frequenti scorse, da me fatte in questa valle, ho potuto riflettere, che dov' ella per accidente rimane attraversata o da piante trasportate dal torrente, o da un qualche dosso rilevato di ghiaie, sicchè le acque vi ristagnino, ivi tosto si forma una deposizione di terra pingue, e cretosa ad altezza notabile. Da questo esperimento ne segue, che quando in più luoghi si costruissero le già descritte traverse, si otterrebbe l' intento di abilitare tutto il fondo delle valli alla piantagione, ed al bosco. Ed in fatti rimane tuttavia visibile all' occhio il grande alzamento di terren buono, fermatovi dopo tanto tempo dalle traverse ora distrutte del sig. Pessina. Ed il pensiero di abilitare quel fondo all' imboschimento, non è una vana specolazione, ma un fatto certissimo; e purchè alla natura non ponga ostacolo o la mala fede degli esecutori, o la discordia de' padroni di queste valli, l' effetto de' nuovi boschi sortirà quale può desiderarsi. Ma vi vuole metodo, ed arte nel collocamento delle prime traverse, e nell' uso delle medesime nel progresso, come intraprendo a dichiarare.

CAPITOLO VI.

Regole da osservarsi nella giusta situazione delle serre, e traverse nella valle di Tradate, e nel modo del successivo piantamento, a fine di promuoverne l' imboschimento per tutta la sua estensione nel progresso di pochi anni.

Figuriamoci, che cominciando dallo sbocco, che fa il torrente dalla gran valle di Tradate, ed andando all' insù per la lunghezza di due miglia, fin presso a Castelnuovo, vogliasi por mano all' opera dell' imboschimento col mezzo delle serre, e delle chiuse, e delle

loro bonificazioni portate dalle deposizioni delle torbide ivi trattenute: grande osservazione richiedesi nella scelta del sito idoneo del loro collocamento, acciocchè ciascuna in giusta posizione vaglia per molte in ordine all' effetto della bonificazione, o della colmata, come altri dicono, sopra il fondo della valle ghiaiose, e sterile, per dove decorre il torrente di Tradate.

La prima regola sia quella di piantare la serra, e traversa in sito, dove superiormente più si allarghi la valle; con pendenza la minore che possa trovarsi per lungo tratto. La ragione si è, perchè quanto è minore la declività del piano superiore alla chiusa, tanto più distesa riesce la linea orizzontale del rigurgito, tirata dalla cresta della chiusa di contro al piano discendente della valle; e per conseguenza la stessa piena in più lungo spazio di rigurgito, e d' acque torbide sostenute farà maggiori, e più vaste deposizioni di quello che farebbe, quando immediatamente dal sostegno succedesse di sopra un piano tanto acclive; che di troppo abbreviasse la linea del ristagno dell' acque, mentre in tal caso l' effetto delle deposizioni delle torbide si ristrignerebbe a pochissimo tratto all' insù; ed una sì scarsa bonificazione non sarebbe proporzionale alla grandezza della dispendiosa costruzione d' un sostegno.

La seconda regola, la quale risguarda parimente la debita situazione delle traverse, o sieno molte, o poche, o una sola nel piano della valle primaria, ci fa avvertiti, che, per quanto si può, si ponga ogni studio, che gli sbocchi rispettivi di molti torrenti laterali riescano sempre superiori di sito a ciascuna delle traverse, acciocchè la terra, che seco traggono le loro torbide dalle molte rovinose vallette di fianco, si trattenga ne' ricettacoli delle serre attraversanti il piano della gran valle, e questi più prestamente si dispongano con tale bonificazione al piantamento. Oltre di che, se l' imboschimento, che dee farsi col mezzo delle serre, non comprende tutta quella estensione di valle, per dove decorrono, ed isfogano di fianco li torrenti, non si otterrebbe il fine primario, al quale sono le medesime ordinate. Questa medesima regola provvede al risparmio di somiglianti costruzioni, ed insegna a far buon uso di poche, ma situate in modo, che ciscuna d' esse fermi l' interrimento di molti superiori torrenti, i quali vanno ad isboccare nella valle primaria di Tradate. Perocchè è già noto, che in questa da ogni lato scendono de' gran rivi, i quali seco menano volumi di terra dalle balze rovinose. Guai se a ciascuno di questi piccioli torrenti fosse duopo di contrapporre la sua particolare traversa; la spesa crescerebbe in immenso. Poche traverse bastano, collocate con giusti intervalli, per dare incominciamento a' primi boschi, i quali poi stabilmente succedono alle traverse artefatte, e promovono per di sopra altre deposizioni,

ed altri imboschimenti, fino ad occupare tutta la valle, come dirò in progresso.

Ma per discendere alle particolarità di questo piano, a norma delle due precedenti regole, e nella estensione di due miglia della valle di Tradate, le traverse principali sonosi ridotte a sole tre, come si vede nel disegno. La prima superiore a tutte si è quella, la quale riceve l' interrimento, che seco traggono le acque scorrenti dalle pianure più alte di Castelnuovo, e dalle vicine brughiere. Succede la seconda in distanza di poco meno d' un miglio dalla prima; e questa riceve le acque, e le deposizioni di molte valli laterali. La terza è situata dove va a terminarsi la valle di Tradate, ed il torrente comincia ad aprirsi un alveo più ristretto nella pianura. Cotesta ultima chiusa frena, ed arresta lo scorrimento delle materie portate dal torrente di Venegono, e da altri minori torrenti.

La terza regola prescrive l' ordine, il progresso, la forma, e qualità del piantamento. Dopo le piene d' una sola State, e d' un Autunno, il ricettacolo di tutte tre le serre, il quale era un nudo, sterile, e ghiaioso fondo, vedrassi già in gran parte, e nell' altezza di più braccia riempiuto d' una terra cretosa, e tenace, qual è quella delle vicine valli; e la deposizione, o sia colmata si stenderà tanto al di sopra, quanto si prolunga la linea orizzontale del ristagno delle torbide, tirata dalla sommità della chiusa. Qui è dove al finire dell' Autunno, ed allo spuntare della Primavera fa mestieri applicare l' opera di molti giornalieri alla piantagione in queste tre parti della valle, già rese capaci al germoglio.

In questi primi li più importanti piantamenti entro il seno delle tre traverse, avvertasi a non valersi di semplici verdi pali, come si costuma in altri siti, e come ancor qui potrà poscia farsi nel progresso dell' imboschimento; sì perchè cotesti pali verdi più lentamente mettono, e dilatano le radici, e le folte lor barbe ad avviticchiare, e rendere più consistente il morbido terreno, e sì ancora perchè il semplice fusto ritto in piè di queste pianterelle co' rami suoi troppo alti non fa nuova notabile resistenza alle torbide piene, nè può giovare all' arresto d' altre deposizioni. Qui abbiamo bisogno di trapiantarvi immediatamente in varj ordini, e con le radici medesime, e con tutto il denso fiocco di molti rami, intere ceppate d' oniccio. Chiamasi volgarmente *Ceppata* quella tal sorta di piante, la quale fin dal primo ceppo presso le radici spunta in molti rami, e di per se forma una piccola, e bassa boscaglia. L' oniccio poi alligna più prestamente il terreno bagnato dalle acque, e vi stende le radici, dalle quali si va moltiplicando in sempre nuovi germogli, e diramazioni in brevissimo spazio di tempo. Frammezzo a questi ordini di ceppate d' oniccio trapiantatevi, le quali danno il primo

stabilimento alla colmata, si faranno altri piantamenti d' ogni sorta d' alberi, di quercie, di salici, di pioppi, e tutto il fondo di questo nuovo terreno si disporrà a maggiore consistenza con farvi allignare prestamente folta boscaglia, o col soprasseminarvi ghiande in siti idonei, od altri semi di pianterelle, e di cespugli, e perfino di ginestre, e di brugo, o con seppellirvi, come si costuma, verdi fascine, le quali nell' umido terreno mettano radice più prestamente.

Dopo il giro di pochi anni cotesto assiepamento di bosco framezzato di piante più forti, e vigorose, e di basse foltissime boscaglie, piglierà piede fermo, e consistenza in ciascuno de' ricettacoli già colmi delle tre serre; e quindi le susseguenti piene soffriranno per tale ingombramento un nuovo, e grande ritardo di corso, e l' alzamento del loro livello, ed il ristagno nelle parti superiori, ove si faranno altre deposizioni, e colmate, molto più oltre di quello, a che poteva stendersi ciascuna traversa artifiziale: perocchè appena può credersi da chi non è versato nella scienza naturale, di quale, e quanto straordinario ritardo, e sostegno sia al corso delle acque la continuata serie di piccole resistenze per qualche tratto notabile, della qual cosa ne trattano ampiamente gli Scritttori Idraulici, appoggiati alle osservazioni, ed alle geometriche loro deduzioni. Adunque cotesto primo imboschimento sottentrerà alle veci d' una nuova più avanzata traversa, e prolungherà le deposizioni su per la valle; e col medesimo progresso si porrà mano a nuovi piantamenti nella forma già indicata. Anzi per accelerare l' ulteriore bonificazione della valle, potrebbe farsi buon uso del bosco già fatto, e cresciuto avanti la fronte di ciascuna delle tre chiuse; ed attraversando le piante già bene stabilite, e forti, con tronchi d' alberi con fascine, e vimini, ed altri ostacoli a mediocre altezza, si obbligherebbe il nuovo bosco a sostenere all' insù un molto maggior corpo di terra pingue con un rigurgito d' acque più avanzato; e con ciò si abiliterebbero più presto le parti anteriori della ghiaiosa valle al successivo imboschimento, il quale dall' una traversa all' altra si determinerebbe con occupare tutto il fondo della valle da Tradate fino a Castelnuovo.

La manutenzione poi delle traverse artifiziali dovrebbesi continuare, finattantochè a queste succedessero quelle più invincibili dei boschi già cresciuti. Allora le prime si potranno impunemente abbandonare alla violenza de' torrenti, siccome quelle, che hanno già conseguito il loro fine. Ma però tutta l' industria converrebbe rivolgere alla conservazione, ed all' accrescimento dell' imboschimento di tutta la lunga valle. Imperocchè coteste serre, e chiuse artifiziali non hanno altro uso, che quello, di cui si è parlato; e mi pare di poterle paragonare alle centine, sul convesso delle quali si costruiscono le

arcate, e le volte, le quali costrutte che sieno, non abbisognano più di sostegno, ma si reggono di per se; e però di sotto ad esse si rilasciano, e si tolgono le centine già divenute inutili. In cotal maniera fatto, e cresciuto il bosco, per quanto è lunga la valle, cessa la necessità de' sostegni artifiziali, de' quali più stabilmente fa le veci la natura medesima co' suoi usati ripari.

A questo piano, il quale mi sembra assai chiaro ad intendersi, e facile ad eseguirsi, vogliousi aggiugnere da chi ne avrà la direzione altre particolari industrie. Da varie aperture di queste valli sboccano molti altri rivoli, e torrentelli, i quali per la fragilissima terra, onde sono composti li piani superiori, menano giù grandi torbide nell' alveo primario della valle. Qui gioverà al piè della loro caduta l' attraversarne dolcemente il corso con piccole viminate, e palafitte, per ottenerne la deposizione di terra, e l' attitudine del fondo al piantamento; e così di mano in mano con operazioni di pochissimo costo, ma di sagace industria, salendo sulla china delle scoscese rive con sempre nuovi ostacoli, e nuove deposizioni, si potrà rendere capace di boscaglia eziandio il pendío di tutta la valle. Altrove poi, dove il terreno è capace di germoglio, e non è solcato, nè corroso dalle acque, si potranno gittare vari semi non solamente di piante, ma d' erbaggi ancora d' ogni sorta, i quali con l' intreccio delle radici indurano la corteccia del terreno, acciocchè resista allo scorrimento, ed al solcamento delle acque, come veggiamo frequentemente nelle rive dei fiumi munite di soda corteccia contro all' impeto della corrente.

Molte altre riflessioni mi rimarrebbero a farsi ed intorno alla costruzione delle traverse, ed intorno alla qualità de' piantamenti, se io di proposito trattassi questa materia, la quale sol tocco di passaggio, per dimostrare il vero uso, e fine di queste.

CAPITOLO VII.

Eccezioni alla qualità, situazione, grandezza, e dimensioni delle traverse artifiziali, poste già in opera dal sig. Ferdinando Pessina, se a queste possono surrogarsi altre minori di mole, e più moltiplicate nel numero; e se in qualunque partito ragionevolmente possa dubitarsi della riuscita dell' imboschimento nella valle, e perchè.

Parrà strano a taluno, che io quasi ora contraddica al piano delle traverse sì minutamente fin qui descritto, ed approvato. Ma non è così. Altro è, che il piano del imboschimento della valle vada esente

da' difetti dell' arte; altro è, che possa vacillare per difetto degli uomini. In ogni deliberazione dee ben ponderarsi l' una, e l' altra considerazione; e fa di mestieri ricordarsi sempre, che i progetti non s' hanno da eseguire dagli angioli, ma dagli uomini, i quali vi tramischiano le loro alterazioni, più, o meno, secondo la qualità dell' opere, e lo stimolo de' loro privati interessi. Io, quanto sono persuaso dell' attitudine di somiglianti traverse al fine inteso dell' imboschimento, tanto non oso promettermi dagli esecutori la riuscita, cioè la fedeltà, e la costanza nell' adempimento di tutte le parti di questo piano; e perciò solamente mi sono sempre mostrato ritroso a consigliarlo, e ne addurrò brevemente le ragioni.

Primieramente l' imboschimento progettato col mezzo delle traverse nelle valli, non può conseguirsi altrimenti che nella serie di molti anni, e nel continuato travaglio di piantamenti successivi, e di altre manifatture. Io osservo, che tutte quelle operazioni, le quali richiedono lunghezza di tempo, languiscono prestamente, e s' interrompono, e le cose ritornano al primiero disordine; perocchè gli uomini o si stancano, o si divertono ad altri affari, o si curano solamente del ben presente, senza interessarsi più oltre pel vantaggio della posterità. Così temo, che accaderebbe a cotesto imboschimento, a cui darebbesi bensì incominciamento, ma senza progresso.

S' aggiugne, che il dominio delle valli è ripartito in varie comunità; ed ognuno sa, che quello che è di molti, è di nessuno propriamente; nè può fissarsi massima di regolamento in tanta varietà d' arbitrj, e di pareri. E poi, su qual fondo le comunità *potranno* caricarsi delle spese necessarie?

L' unico partito pratico mi pare quello, che dirò, cioè: quando il Principe, affine di promuovere il pubblico bene, trasferisse il dominio di tutta la valle, eccettuatine pochi particolari possessori, a condizione però, che col buon uso delle già dette traverse, e nella serie prescritta, e limitata di alquanti anni conducessero a fine il proposto imboschimento. Nelle cose umane quasi l' unico stimolo alle più azzardose intraprese si è il privato interesse. La speranza d' una sì estesa conquista di valle restituita a bosco fruttifero, con interposti pascoli ancora, può contribuire moltissimo a durar fatica per anni molti, e a non cessare dalle spese, per conseguirne il dominio. E questo è lo spediente, che mi pare il più praticabile. Ho detto poco fa: *ecettuatine pochi particolari possessori*, perchè già questi molto prima hanno ben trovato il modo d' imboschire tutti i loro pezzi di terreno sterile nella valle sparsi qua, e là, e di renderseli fruttiferi, come riferirò verso il fine di questo capitolo. Il disertamento, e le corrosioni si riconoscono solamente nelle grandi estensioni

di valle, le quali appartengono alle comunità: di queste sole io parlo nel presente progetto.

Ma ancora questo non va esente dalle sue difficoltà; perchè il piano d'un intero imboschimento di tutta la valle, da ciglio a ciglio delle alte rive, non può eseguirsi altrimenti fuorchè da uno solo, o da una sola società, alla quale devoluto sia il dominio d'ogni parte della nuda valle: e la ragione è palese, mentre ad abilitare con le deposizioni del torrente un sito superiore, sarà duopo alcune volte cominciare le operazioni, e l'imboschimento più al disotto; tal altra volta un semplice argine di terra alzata opportunamente in un lato, disporrà l'altro lato alla colmata. Ora un' intrapresa sì vasta non è compatibile col predominio, e col contrasto delle comunità confinanti. Se è così, com' è in fatti, non è piccola cosa il serio pensiere d'indennizzare tante comunità, prima di venirne allo spoglio.

Ma fingiamo che tutte le anzidette difficoltà siensi superate; che trovisi una ricca società, la quale col solo compenso di dominio della nuda, e sterile valle, accetti la condizione, e la spesa d'imboschirla tutta nel termine di alquanti anni, non pertanto può dubitarsene dell' esito per più ragioni. Quanto è facile, che chi regge questo affare, qualunque ei siasi, fatti prima seco medesimo assai bene li conti suoi di ciò, che meglio torna al suo privato interesse in questa intrapresa, tralasci l'imboschimento di quelle parti di maggior sua spesa, e di più rilievo, e diasi egli per soddisfatto a se medesimo, ed alle condizioni imposte, col semplicemente far piantamenti nelle porzioni di valle più comode; e soltanto con una sì vistosa apparenza, la quale non giova al fine primario, facciasi padrone di tutta la valle, lasciando che il torrente decorra come prima, e faccia le stesse rovinose corrosioni! Oltre di che tra' signori Interessati, chi vorrà poi pigliarsi la briga, ed il disagio di portarsi più volte all' anno sul posto a visitare i progressi delle opere, e ad esigerne la buona fede del contratto? In tutti gl' interessi pubblici il primo ardore suol essere grandissimo. Tutti hanno zelo, e tutti si proferiscono a grandi cose; ma poco stante quei medesimi si ritirano, ed abbandonano l'esito dell' affare all' arbitrio di chi misura il suo interesse dal far meno che può.

Oltre queste vicende fa mestiere prevedere ancora, che al regolamento dell' incominciato imboschimento troppo è necessario, che sul posto, od in molta vicinanza vi sieno le abitazioni de' Campari della valle. Dico ciò, perchè so, che i vicini agricoltori di tutto quel gran contorno sono da gran tempo assuefatti a portarsi alla valle, come al comune magazzino della legna, e del brugo; e quel che vi germoglia nella Primavera, e nella State, tutto al più tardi è raccolto nell'Autunno, e trasportato su' carri per farne materia, ed uso di

strame. A frenare cotesto disordine non bastano le proibizioni severissime già fatte, e le leggi, e le gride già intimate, quando a queste non si dia l'esecuzione da chi è armato dalla loro forza, ed autorità. Altrimenti col meditato imboschimento non si otterrebbe altro, che fare alcun poco, e vederselo tostamente disfatto. In prova di che basta riflettere, che le altre intimazioni, e gride di non zappare, ma di semplicemente segare il brugo ne' piani superiori alla valle, sonosi già più volte replicate; e ciò non ostante e si zappa, e si scompiglia il terreno, e si continua nell' abuso, come se nulla fosse: tanto è vero, che il far le leggi è facilissimo, ma difficilissimo il farle eseguire.

A queste mie considerazioni aggiungo un' altra di pari rilievo. La base di questo piano d' imboschimento si è la costruzione dispendiosa delle tre grandi serre, delle quali si è ragionato nel precedente Capitolo. Or cotali opere sono sempre d' un esito incerto, quando non si adempiano esattamente li capitoli del contratto, e segnatamente il riempimento interiore di grosse pietre, e macigni, chiudendone, e come dicono, sigillandone tutti gl' intervalli con ghiaia, sicchè l' acqua non vi trapeli a scompaginare il massiccio dell' opera. Ma una manifattura cotanto gelosa, come potrà commettersi alla fede degli esecutori? Chi può lusingarsi, che si vogliano adempire tutte le cautele prescritte da' Periti? Ne abbiamo un testimonio autentico per comune disinganno. Le tre traverse appena fatte, si sono subito vedute abbattute dalle prime piene del torrente. E perchè? Perchè appunto al prescritto dispendioso riempimento di pietre, e macigni erasi surrogata semplice terra, ed arena con bel *selciato per di fuori*, che ne togliesse alla vista l' inganno; come da tutti si riconobbe nella prima visita. Ora se n' è rinnovata la costruzione; ed io mi voglio quasi persuadere, che siensi adempite le condizioni tutte de' Capitoli del contratto. Ma intanto ognuno vede, che l' azzardo di sì fatte opere è sempre grande, e per quanto si vegli alla perfine conviene starsene alla buona fede degli esecutori. E per questa sola ragione io ho sempre giudicato pericoloso il partito delle grandiose traverse, proposto già dal sig. Pessina, e per quanto mi è riuscito, ne ho fatto scemare il numero. Egli è in oltre da avvertirsi, che le medesime richiedono poi un' incessante manutenzione; mentre il torrente dall' altezza del loro ciglio cadendo giù furiosamente per il selciato del piano inclinato sul fondo del suo alveo, quivi lo scava profondamente, e ne toglie il piede al sostegno. Nè questo effetto può levarsi, o diminuirsi col prolungamento dello stesso piano inclinato, come si è già esperimentato; ed il più delle volte da questi primi scavamenti al piede le traverse minacciano prossima la rovina. Nondimeno se queste vogliensi far servire alla bonificazione della nuda

valle; ed al suo imboschimento, sarà necessaria una vigilante manutenzione, almeno finattantochè il bosco già cresciuto faccia le veci di sostegno. Ma chi potrà sperare tanta vigilanza, ed una sì arrendevole disposizione alle spese annuali di simili riparazioni? E però io temo, che si lasceranno esse prima rovinare, che il bosco piantato sia, stabilito con piè fermo.

Per tutte queste considerazioni io ho sempre sconsigliato li signori Architetti dal porre in opera le traverse della qualità, e grandezza progettate dal signor Pessina; non pertanto, sia per esperimento, sia per una certa mezzanità di partito, eglino, toltene le sole valli del Bozzente, ne hanno ordinate tre nella valle di Tradate; e due nella valle del Gardaluso; e voglia Iddio, che si adempia la pattuita manutenzione. Ma in tanto, se le traverse ideate dal sig. Pessina non piacciono, quali altre potrebbero preferirsi? ovvero di quali mezzi ci varremo a disporre le valli all' imboschimento? Dirò schiettamente il mio pensiero, e dirò quello che mi cadde in mente, quando la prima volta mi condussi alla visita di queste valli. Quivi tratto tratto m' incontrava coll' occhio in alcuni pochi foltissimi boschetti situati altri nel mezzo della sterilissima ed arenosa valle, altri di fianco, ed altri, li quali perfino facevano fronte alla discesa stessa del torrente, e lo dividevano in due rami. E come mai, io dissi allora, si fanno sorgere questi bei boschi in un fondo sì disadatto, e sterile? Mi risposero gli abitatori del luogo, che quanto vedevasi di terren nudo, e desolato, quasi tutto apparteneva alle comunità; che de' soli pezzi vestiti d' alberi n' erano possessori li particolari Signori, e che questi avevano già molto prima abilitati i loro fondi all' imboschimento con le alluvioni del torrente, fatte da piccole traverse di legno, di viminate, e di semplici arginelli, ecco qui, io dissi allora, rivolto a circostanti, ecco il vero modello delle serre, delle colmate, e bonificazioni, e dell' imboschimento, senza ricercarlo o nell' Opere del Viviani, od in altri. Questo stesso metodo, che già si pratica felicemente dai possessori particolari intorno questi loro pochi pezzi di nuda valle, perchè non può egli trasferirsi a tutta l' estensione da chi se ne piglierà il carico, e, come diciamo, l' appalto? Lodo pertanto l' uso delle traverse nelle valli al fine delle bonificazioni, e dell' imboschimento; ma non le vorrei giammai della qualità, e del dispendio di quelle, che furono già costrutte dal signor Ferdinando Pessina. Se alcuna di queste per accidente rovina, mette chicchessia in disperazione di rifabbricarne altra simile; e con ciò solo cessa la speranza, ed il mezzo di ottenerne il fine. Io vorrei le traverse più semplici di mole, ma più moltiplicate di numero; altre di sole fascine sostenute da palafitte, altre formate da un rialzo di selciato, a guisa de' saltacavalli; ma tutte di assai mediocre altezza,

e che non facciano fronte, e ritegno al torrente dove corre più rapido. Tutto il punto sta nell' adocchiare sagacemente li siti idonei delle piccole chiuse; e questi sono dove il torrente nelle piene si spande. Quivi le acque torbide frenate alquanto da questi moderati ostacoli, sul fondo nudo, e sterile faranno le loro deposizioni ad uso de' futuri piantamenti; e se alcuna di queste serre rovesciata fosse, torna il conto a rialzarla quanto prima con pochissimo travaglio. In somma di queste io vorrei valermi, non già ad attraversare, come si pratica con le altre, lo spirito del torrente, ciò che è sempre pericoloso, eziandio con le grandiose traverse, ma a ritenere le acque di semplice spandimento, le quali decorrono con moto più lento. In questa forma di qua, e di là dal letto disarginato del torrente mi verrei accostando con la boscaglia, assiepandolo, e restringendone il suo corso. Le medesime serre, palafitte, e viminate si potrebbero ancora contrapporre a' rivoli d' acque piovane, le quali giù scendono da molti lati delle altissime rive nel fondo assai dilatato della valle, e vi menano disciolta terra, acciocchè coll' arresto di questa si facciano nuove bonificazioni. E, a dir brieve, questo è un giuoco più d' ingegno, e d' industria, che di spesa, ed un piano di nessuno azzardo, e di certa riuscita: perocchè con questi semplici alzamenti, e ritegni rivolti a ricevere le torbide or in una parte, or in un' altra si abiliterebbe tutto il fondo della valle al bosco; e questo in progresso fermerebbe tutte le materie, le quali giù per le balze dirupate si portano dalle acque piovane nel torrente; e con ciò si alzerebbe il fondo tutto della valle, ed il torrente correrebbe poi incassato, e ristretto da nuove rive.

PARTE SECONDA.

Dello sfogo, e consumo proporzionale della copia d' acque di ciascuno de' tre torrenti, e della loro separazione.

Ho posto in quella miglior luce, che per me si poteva, nei premessi capitoli le varie origini dello sconcerto de' tre torrenti, perchè so, che non si valuta mai così bene la sicurezza d' una difesa, o d' un piano di riparazione, se non in vista de' nocevoli effetti che precedettero, e delle ree loro cagioni. Se queste sieno affatto tolte, o diminuite nel piano di divisione, che io sono per proporre, lo dimostrerà a ciascuno non solamente il semplice confronto de' due diversi stati de' tre torrenti, ma eziandio la sperienza medesima; quando però il piano in ogni sua parte ridotto sia a quell' intero compimento, che da me si va divisando in questa seconda parte.

Sebbene innanzi di far parola della separazione de' tre torrenti, e delle loro particolari inalveazioni, il primo serio pensiero è sempre quello di ben ponderare, ove possano questi condursi ad isfogare. E qui si dee distinguere lo sfogo, quale conviensi a' fiumi, da quello che può darsi a' torrenti. Li primi, o grandi, o piccoli che eglino sieno, ma alimentati da acque perenni, non possono avere altro sfogo, che quello di diversione in altro fiume; ai secondi, cioè a' torrenti, siccome quelli, i quali hanno una portata d'acque solamente temporanea, o di alquante ore, o di pochi giorni, non è disdetto, anzi talvolta la necessità ci costringe a condurli a consumare le loro piene ne' boschi, nelle brughiere, ed in vaste pianure sterili. Prima però di venire a questo partito, all' architetto d'acque abbisognano molte preleminari cognizioni della durata di ciascun torrente nel colmo delle sue piene, della quantità d'acque, che seco porta, eziandio nella diminuzione della piena, e per quanto tempo; e tutto ciò affine di calcolare, se l'estensione d'un bosco, e d'una vasta, e sterile pianura possa essere capace di consumare le sue acque nel tempo di tutta la sua durata. Che possa ciò ottenersi, ne abbiamo la sperienza in altri torrenti della Lombardia, i quali hanno tutto il loro termine, e spandimento ne' boschi, senza inoltrarsi ne' terreni coltivati. Anzi di questi medesimi tre torrenti, de' quali parliamo, non altro era il loro antico sfogo; e se questo basti alla presente portata delle loro acque, ed alla loro durata, sarà l'esame de' primi seguenti capitoli.

CAPITOLO I.

Se le piene de' tre torrenti sieno in oggi maggiori delle passate, e quale ne sia la vera origine.

Un curioso problema ci si presenta, il quale ha luogo in molti altri torrenti della Lombardia nostra, ed il suo scioglimento conferirà moltissimo a conoscere le vere cagioni di questa novità. Dall' una parte egli è cosa certa, che le piene de' tre torrenti di Tradate del Gardaluso, e del Bozzente si sono fatte maggiori in confronto delle passate, come attestano li più vecchi del paese. D'altra parte è verità incontrastabile, che la quantità delle piogge, le quali cadono nelle valli, d'onde hanno l'origine, e l'alimento i tre torrenti, non è maggiore al dì d'oggi, nè di più lunga durata, di quello che fosse a un di presso ne' tempi andati; ne dobbiamo dire, che le costantissime leggi della natura siansi alterate in menoma parte. Onde, se vorremo rettamente giudicare ed esaminare la vera origine di questo male, troveremo, che l'alterazione, e lo sconcerto procedono

dall' arbitrio degli uomini, i quali travolgono spesse volte la natura a' privati loro interessi.

La prima origine, onde le piene de' tre torrenti appariscono in oggi maggiori delle passate, non è perchè assolutamente conducano maggior copia d' acque, ma perchè tutta la scaricano in più brieve tempo; val a dire quella stessa quantità di piogge cadute nella valle per lo scoppio d' un temporale d' estate, la quale anticamente scorreva ripartita in molte ore, e giorni ancora, al dì d' oggi decorre tutta precipitosamente in pochissime ore; onde le piene si fanno tanto più frequenti, e più grandi, quanto più corto è il tempo dello scorrimento di tutte le lor acque. Eccone la ragione chiarissima. Quando le basse valli, e le alte pianure erano vestite de' loro boschi e della loro naturale corteccia di gramigna, di brugo, e d' altri erbaggi, e di folti cespugli, le piogge cadendo si rimanevano per molto tempo inviluppate da tanti impedimenti: e parte di esse si assorbiva dal terreno, per la dimora, che ivi faceva; e parte sormontando gl' impedimenti, con lento corso serpeggiava tra gli erbaggi, e boscaglie, finattantochè dopo molte ore dalla caduta della pioggia, si portava alla valle, dove s' abbatteva ne' medesimi ostacoli, i quali nuovamente ne ritardavano il corso. E così nella caduta delle violentissime piogge di state, non tutta la copia di quest' acque al medesimo tempo, e da ogni lato scorreva giù nell' alveo del torrente; ma gran parte fermavasi indietro pel giorno seguente, altra parte soffriva il ritardo di alcune ore nella valle; non piccola porzione poi assorbita dal terreno arenoso per il ristagno ivi fatto, sotterra, con viaggio più lento per vari strati, usciva in sorgenti, le quali al torrente somministravano qualche alimento ne' giorni seguenti; e però dallo scoppio del temporale quella sola parte di pioggia caduta, la quale s' incontrava in una pendenza di terreno più sgombro, scorreva tosto nell' alveo del torrente a fare la prima, ma non strepitosa comparsa. Con sì fatta economia la stessa quantità di piogge ripartivasi dalla natura con successione di tempi, e con minor copia per ciascun tempo. In progresso si è sconcertato tutto questo bell' ordine della natura dall' avarizia degli uomini, i quali non pensano che alla loro età. Hanno spogliate le valli, e le pianure della loro naturale difesa de' boschi, e ridotte a quella nudità, quale abbiamo descritta. Di qui è, che la quantità di acqua, la quale si scarica da un furioso temporale di due, o di tre ore, rapidamente in pochissimo tempo tutta decorre giù da' piani, e dalle nude valli nell' alveo de' torrenti a formar piena, di corta durata sì, ma rovinosa. In fatti dagli abitatori di Tradate, di Cislago, e d' Uboldo si osserva, che dallo scoppio del temporale nella valle al gonfiamento del torrente nel loro piano non passa l' intervallo quando di mezz' ora, quando d' un' ora,

secondo le varie distanze: tanto è rapido il corso dell'acque, e libero, senza alcun ritegno, a scaricarsi da ogni lato, ed allo stesso tempo nell' alveo inferiore de' torrenti.

La seconda origine delle piene, le quali ora proviamo maggiori, e più frequenti, non nasce sempre dalla maggior quantità assoluta d' acque che in oggi corrono, ma dalla rispettiva, per rapporto all' alveo reso in oggi meno capace per l' interrimento, ed alzamento di fondo: di qui seguono i traboccamenti di quell' acque medesime, le quali prima erano contenute ne' loro alvei e si consumavano nei boschi. Il volgo, il quale si vede inondate le campagne, s' induce perciò con facile equivocazione ad attribuire a maggior corpo d' acque quell' effetto, che nasce semplicemente dall' alzamento dell' alveo de' torrenti.

La terza origine di qualche vero accrescimento assoluto ne' tre torrenti procede da quella copia d' acque, le quali prima si disperdevano ne' boschi, e nelle brughiere superiori; ma dopo averle ridotte a coltura di seminati, e di viti, le piogge cadenti si dirigono dagli agricoltori con manofatti scavamenti all' alveo più prossimo di ciascun torrente. Appena può credersi quanta copia d' acque tramandino li semplici scoli delle campagne coltivate sulla strada Varesina, la quale nelle dirotte piogge si cambia in un rapidissimo torrente. Questo disordine si dee ascrivere all' agricoltura introdotta in quelle parti, le quali erano riservate dalla natura a contenere le acque per alimento delle boscaglie, e per tramandarle lentamente per vie sotterranee a fecondare le campagne basse più colte.

L' ultima o più fatale origine si è l' unione de' tre torrenti nel solo Bozzente, il quale per l' eccesso dell' acque non sue, per dovunque passa, porta lo sterminio alle campagne, e trabocca sulle terre di Cislago, e di Geranzano, ed inonda quelle di Uboldo; poscia s' inoltra a Lainate, e fino a Rò, d' onde si scarica nell' Ollona, e porta le sue piene fin dentro al nostro Naviglio, e sotto le mura della città.

Tutte quelle origini, le quali si riferiscono alla coltura introdotta ne' luoghi montuosi, non hanno più vero rimedio; e conviene soffrire quello stato, che ci siam fatto da noi medesimi. L' unico riparo praticabile consiste nella divisione de' tre torrenti, e nel maggiore sfogo, e consumo di ciascuno d' essi in molti canali di derivazione; ciò, di che tratterò in appresso.

CAPITOLO II.

Della durata di ciascuno de' tre torrenti.

La prima comparsa delle piene de' tre torrenti suole essere impetuosissima, ed in meno di tre quarti d' ora si alzano al colmo della massima escrescenza. La durata di questa è quando di mezz' ora, e quando d' un' ora al più; ma la diminuzione della piena procede più lentamente di quello che stato sia il suo primo ingresso, ed accrescimento: e vi si richiede la durata di due, e di tre ore al più. La ragione di questa diversità nasce da ciò, che si è narrato. Allo scoppio di un temporale, o d' una dirotta pioggia le nude valli più vicine tramandano prestamente al torrente, e senza il minimo ritardo gran copia d' acque, le quali perciò in brevissimo tempo portano il torrente al suo maggior colmo. Diminuito poi lo scarico delle valli più vicine, sottentrano le più lontane a mantenere più lungamente il torrente nella sua decrescenza. Onde la durata d' una di queste piene, compresone l' incominciamento, il colmo, e la successiva diminuzione, non oltrepassa quando le quattro ore, quando le cinque.

Sebbene noi per alquante ore dopo cessata la piena, e talvolta per qualche giorno, in acque assai basse decorrono tuttavia li torrenti, ma senza dare la minima apprensione di timore; e ciò nasce o dalla continuazione di piogge più moderate nelle valli, o dalle varie distanze, dalle quali si tramandano gli scoli da' piani superiori, o finalmente delle molte sorgenti, le quali dopo le continuate piogge sgorgano al piè delle valli; ed allora si veggono decorrere in iscarsa quantità acque chiarissime.

Le piene de' tre torrenti non hanno connessione alcuna con lo squagliamento delle nevi, ma o con le sole piogge originate da' temporali di state, ovvero con le dirottissime continuate piogge dell' autunno; e quindi da' soli mesi di Giugno, di Luglio, d' Agosto, e di Ottobre, e di Novembre si circoscrive il loro corso, e la loro irruzione; e secondo le diverse stagioni si osservano ancora notabili differenze fra' torrenti medesimi. Nell' estate frequentemente non decorrono allo stesso tempo tutti li tre torrenti; ma ora uno, ora due solamente; e la ragione si è perchè lo scoppio del temporale non comprende allora, fuorchè una valle, o due massimamente quelle assai vicine di Tradate, e del Gardaluso; e perciò le piene di questi due torrenti sogliono essere contemporanee, e talvolta non s' accompagnano con quelle del Bozzente, le cui valli, donde derivano, sono dalle prime assai più rimote.

Ma quando l' origine de' tre torrenti è più universale, e distesa per le continuate piogge, come avviene spesse volte nell' autunno,

e non di rado ancora nella state, allora le piene di tutti tre li torrenti concorrono quasi al medesimo tempo.

È da notarsi ancora, che le piene d' estate de' soli temporali, sono più brevi sì, ma più violente, e conducono prestamente il torrente ad una maggiore altezza di quella alla quale non giungono nell' autunno. Ma poi le piene autunnali si rendono spesse volte più formidabili per la maggiore loro durazione cagionata dalla continuazione delle piogge; e però a consumare le medesime vi vuole una maggiore estensione di brughiere, e di boschi, e più frequenti scaricatori. E di questo assai rilevante provvidimento si parlerà nel seguente capitolo.

CAPITOLO III.

Della rispettiva quantità d' acque di ciascuno de' tre torrenti infra di loro paragonati, e dello sfogo, e consumo de' medesimi.

Disperata intrapresa sarebbe quella di chi pretendesse di voler calcolare l' assoluta quantità d' acque, che portano nelle piene li tre torrenti. Imperocchè in ciascuna piena la portata delle medesime è disugualissima, siccome ancora la durata, la velocità, e l' altezza; onde in tanta irregolarità di dimensioni non si può fissare un calcolo assoluto.

Al più potrebbesi fare un qualche tentativo di rinvenire almeno la proporzione della piena di ciascuno de' tre torrenti, e della rispettiva loro quantità d' acque per mezzo della proporzione, che vi ha, della superficie de' terreni, e delle valli, le quali contribuiscono le acque a medesimi torrenti. Misurando io queste superficie nelle Mappe del nuovo Censimento, ritrovo che quelle dalle quali si tramandano le acque piovane ne' due torrenti di Tradate, e del Gardaluso hanno tra loro pochissimo divario; quella superficie poi di piani, e di valli, dalle quali decadono le acque nel Bozzente, è maggiore del doppio di ciascuna di quelle, dalle quali scorrono le acque a formare la piena di Tradate o del Gardaluso, ed in fatti, secondo le osservazioni degli abitatori de' luoghi vicini a' tre torrenti, la proporzione del corpo d' acqua di ciascuno d' essi è la medesima, che quella delle dette superficie. Comunque ciò siasi, bisogna confessare, che somiglianti calcoli soggiacciono a molte eccezioni, sì per la disuguale distanza delle prime origini, come per la diversa qualità, e natura dei piani, e delle superficie, le quali ricevono le acque piovane; e sarebbe da desiderarsi, che si potesse determinare la proporzione di questi torrenti per le misure delle loro sezioni, e delle medie velocità,

che hanno in esse sezioni; il che sarebbe la più certa, e più sicura maniera di rinvenir ciò, che si cerca.

Sebbene dalle passate osservazioni dell'antico corso de' tre torrenti per più d'un secolo, come ho riferito al principio, possiamo dedurne una regola più sicura, e di maggior uso, e farci a considerare col fatto, e col discorso quanta superficie di terreno incolto, e de' boschi occupasse già ne' tempi andati il consumo delle acque de' tre torrenti separatamente. Questo esame ci darà in mano lo scioglimento del problema intorno al loro termine, ed al loro sfogo; imperocchè dall'una parte non si può permettere a questi torrenti lo sfogo nel fiume Ollona, come lo hanno avuto negli ultimi anni tutti tre uniti sotto Rò, con rovina de' mulini, delle campagne, e del naviglio nostro; ciò che dimostrerò più chiaramente nell' ultimo capitolo di questa seconda parte. D' altro lato cotesti torrenti debbono certamente avere un ricettacolo proporzionale alla portata delle tre piene, ed alla loro durata.

Si sa, che il corso antico del torrente di Tradate, prima delle moderne variazioni, volgevasi interamente sotto la cassina Cipollina verso i boschi Ramascioni, dove ha sempre avuto lo spandimento, lo sfogo, ed il consumo; adunque il ricettacolo di due mila pertiche, quanta è l'estensione di questi boschi, era allora proporzionale al consumo delle acque di questo torrente. Figuriamoci ora, che la portata delle piene siasi in oggi accresciuta il doppio di quella, che fosse anticamente, per le ragioni già dette: ho calcolato con le Mappe alla mano, che noi potremo qui avere otto mila pertiche di terreno, e più ancora, tra le diramazioni in altri boschi superiori ai Ramascioni, e tra quelle delle brughiere inferiori di Gorla maggiore, Gorla minore, Prospiano ec. Ed ecco che il torrente di Tradate, restituito all'antico suo corso, può avere uno sfogo, ed uno spandimento molto più dilatato di quello di prima, come più esattamente dichiarerò nel progresso del piano.

Passiamo agli altri due torrenti, Gardaluso, e Bozzente. Questi insieme uniti nel cavo Borromeo, eccettuata qualche soprabbondanza d' acque, che dall' alta cresta del Travacatore di S. Martino scaricavasi nell' alveo antico del Bozzente sulla strada Varesina nel caso di massime escrescenze; questi, dissi, insieme uniti nel cavo Borromeo, si consumavano ne' boschi d' Origgio quasi interamente, che vale a dire nella capacità, ed estensione di quattro mila pertiche in circa. Concediamo, che le piene di questi due torrenti siensi fatte molto maggiori: noi troveremo uno sfogo, ed un consumo non solamente proporzionale al nuovo accrescimento, ma soprabbondante ancora, e superiore a norma delle vecchie sperienze. Dividasi dal Bozzente il Gardaluso, e questo con nuova inalveazione conducasi ad isboccare,

come dichiarerò in appresso, ne' vasti boschi, e brughiere di Cislago, di Mozzate, di Carbonate ec.: cotesto sfogo di spandimento aperto al solo Gardaluso non è minore di otto mila pertiche, ed è il doppio di quello sfogo, che prima avevano Gardaluso, e Bozzente, uniti insieme.

Il Bozzente poi separatamente introducasi di nuovo nel cavo Borromeo, e nel suo corso si dirami con varie bocche ad inondare i boschi, e le brughiere di Geranzano, e di Uboldo, per tutta la vasta estensione di alquante miglia, prima d' entrare ne' boschi di Origgio a consumarvi il residuo della sua piena: noi qui al certo troveremo un capacissimo ricettacolo ancora a questo torrente, e molto maggiore spandimento di quello, che avesse quando era unito col Gardaluso. Perocchè i soli boschi, e le brughiere del territorio di Geranzano giungono a tre mila pertiche di estensione: li boschi, e le brughiere d' Uboldo, di qua, e di là dal cavo Borromeo, oltrepassano le quattro mila: li boschi d' Origgio, con l' accrescimento della brughiera circondata dalle arginature, ne danno altre quattro mila pertiche; e però l' estensione di consumo, quale darebbesi ora al solo Bozzente, sarebbe maggiore di quasi due terze parti di quella, che anticamente avevano Bozzente, e Gardaluso uniti nel cavo Borromeo.

Trovato a ciascuno de' tre torrenti un ricettacolo d' acque proporzionale, e capacissimo, tutta l' arte consiste nel determinare idonee diramazioni, e nel promuovere uniforme lo spandimento per sì vasto tratto. Qui è dove si può errare, e dove abbisognano anticipati provvedimenti. Perocchè talvolta il disuguale livello del piano de' boschi e delle brughiere, tal altra le strade basse, le quali attraversano questi piani, obbligano le acque a decorrere più ad una parte, che all' altra senza ottenere il fine primario dello spandimento. Quivi adunque sarà opportuno, che si alzino certi terrapieni, o, come volgarmente dicesi, *Terroni*, li quali attraversino cotesti luoghi bassi, e taglino il corso alle acque, e le rialzano quanto basta allo spandimento sopra il vicino piano un po' più alto di livello.

Le bocche poi di diversione soggette sono a due difetti; il primo è, che attesa talvolta la cattiva loro situazione, vi si depongono all' imboccatura molte materie, che la otturano, massimamente al calar della piena: e qui la più frequente espurgazione sarà necessaria a chi ne gode il benefizio della irrigazione de' suoi boschi. L' altro difetto è, che il torrente, per la troppa sua declività in qualche tratto dell' alveo suo, donde fassi la diramazione, si scava di soverchio il fondo, dal quale rimanendo più rilevata la bocca di diversione, si rende meno capace di fare notabile spandimento d' acque. Anche a questa imperfezione, alla quale particolarmente soggiacciono gli spandimenti ne' boschi d' Origgio, si va al riparo con le opportune

traverse, o come le chiamano, briglie piantate stabilmente nell' alveo del torrente. Sebbene di tutte queste somiglianti cautele, e facili manifatture si tratterà di proposito nelle particolari inalveazioni de' tre torrenti, riservate alla terza parte, ove si rimettono ancora certe popolari opposizioni di poco momento, o d' alcuni, li quali vorrebbero quell' ottimo stato di perfezione, che non può aspettarsi da qualsisia piano, o di altri ancora, a' quali duole, che il bene pubblico non si assoggetti ai loro privati interessi.

CAPITOLO IV.

Se convenga incamminare tutti tre li torrenti ad isfogarsi interamente nel fiume Ollona, ciascuno separatamente, e per varie divisioni.

Ogni qualvolta si consultano certi affari, li quali abbracciano molti partiti, appartiene all' interesse pubblico, che si ascoltino pazientemente li pareri di tutti, e che giustamente se ne valuti il peso, e la bontà. Per questa ragione io non ho voluto defraudare li miei lettori della notizia d' un piano novissimo, e non mai per l' addietro caduto in mente a chi che sia de' nostri Professori, di condurre li tre torrenti, per canali separati e per varie divisioni ad isboccare nel nostro piccolo fiume Ollona, il quale ad essi decorre sempre parallelo.

Il progetto ferma per base una massima verissima, che le acque de' torrenti non cagionano danni, se non quando sono *riunite*, e passano per luoghi, li quali non possono contenerle. Da ciò se ne deriva poi la conseguenza, che quando ciascun torrente per tre diverse diramazioni sue proprie (a cagion d' esempio, il primo dalla cassinetta di Tradate, e poscia dalla vigna Candiani, ed in seguito dalla cassina Cipollina, e così dicasi degli altri due torrenti) s' incamminasse ad isboccare nell' Ollona, non ne verrebbe alcun danno da queste piccole divisioni. Pare a prima vista, che lo spediente sia il più facile per isbrigarsi in un colpo da' tre torrenti. Lodo l' ingegno, ed il franco, e risoluto modo di pensare, ma in verità cotesto Piano è un vero assurdo a chi considera la natura, il corso, e gli usi del nostro piccol fiume Ollona, e le conseguenze le quali io brevemente mi fo ad esporre.

Dalla sua prima origine fino allo sbocco nel Naviglio grande, il canale del fiume Ollona è attraversato da numerose steccaie, e chiuse, per dare alle sue acque una nuova maggiore caduta ad uso de' suoi mulini, a' quali le circostanti popolazioni accorrone *fino* da quindici, e più miglia; e se questi per istrano accidente mancassero,

a tutte le adiacenti terre si torrebbe la sussistenza. Ciò supposto; chi non vede, che quando si aprissero le tre mentovate diversioni, per iscaricare tutto il torrente di Tradate nel fiume Ollona, e quando le stesse diversioni si facessero del Gardaluso, e del Bozzente, chi non vede dissi, che tutti li mulini inferiori, sottoposti alle irruzioni di tante piene, sarebbero prestamente rovesciati? Oltre di che il solo riempimento dell' alveo, ed alzamento di fondo, che ne seguirebbe, toglierebbe l' uso de' mulini, con obbligare eziandio il fiume in progresso d' anni a sostenersi da semplici arginature. Ho dimostrato di sopra, e lo insegna la sperienza, quale, e quanto alzamento di fondo facciano le steccaie, e le traverse a' fiumi soggetti alle irruzioni de' torrenti. Or qui, dove tante se ne veggono per la necessità de' mulini, vi farebbero al certo un arresto straordinario di quelle materie, le quali si menano in copia da questi torrenti, e fino alla cresta di ciascuna steccaia ne alzerebbero il fondo del fiume; ed in tal caso, addio mulini, addio gli edificj tutti dell' Ollona.

Nè basta che qui mi si dica, che da ciascuno de' separati canali minor copia di materie si condurrebbe nel fiume, di quello che farebbesi dallo sbocco di tutto il torrente; ciò è verissimo; ma riflettasi, che tutto cammina colla medesima proporzione; e quanto di materie condurrebbono le acque tutte del torrente unite in un solo sbocco tanto ripartitamente scaricherebbero nell' Ollona le tre diversioni del torrente; e però, quanto al riempimento dell' alveo dell' Ollona, tutto ricade nel medesimo tristo effetto, o si divida il torrente di Tradate in tre sbocchi, o vi si conduca per un solo; ed al più per quel brieve tratto, che passa da uno scarico all' altro, si tarderà l' effetto del riempimento. Lo stesso io dico delle diversioni progettate degli altri due torrenti, Gardaluso, e Bozzente.

In prova di ciò posso addurne un fresco esempio. Sotto alla vigna Candiani, e nel sito appunto indicato in questo nuovo piano, erasi, pochi anni sono, fatta una diversione d' una parte del torrente di Tradate, e' si correva pericolo, che questa s' aprisse la via nell' Ollona. Alla minaccia del solo pericolo, il quale allora era ancora rimoto, quanti ricorsi si presentarono all' Eccellentissimo Senato da' padroni de' mulini, e dai signori Utenti del fiume Ollona? Quante strepitose visite si spedirono sul posto per riconoscere la novità, e quali severissime ordinazioni si fecero di chiudere quella pericolosa diversione? Che sarebbe stato poi, quando si fosse aperto, e continuato fino all' Ollona un vero canale di diversione, come vorrebbesi qui?

Ma passiamo innanzi ad altre considerazioni. Siccome il fiume Ollona dalle sue prime sorgenti fino alla città di Milano decorre per una provincia delle più feraci del suo Ducato; così per sì lungo

tratto da questo fiume si traggono ben molte irrigazioni ad uso di vaste praterie. Ma se si volesse poi assoggettare il fiume a ricevere grandiose piene de' tre torrenti, e gl' interrimenti, e le ghiaie, che ne avverebbe? Da tutte le bocche d' irrigazione si spanderebbero le acque impetuose ad inondare i campi, ed al calar delle piene questi medesimi cavi rimarrebbero otturati, e ripieni dalle deposizioni; con quanto danno de' signori Utenti, appena può spiegarsi. E ben lo sanno per pruova, almeno in quel moderato tratto di fiume, che da Rò si stende fino a Milano; quando, non ha molti anni, per la discordia de' possessori, rotto l' antico sistema di separazione, tutti tre li torrenti uniti nel solo Bozzente, si portavano ad iscaricarsi furiosamente nell' Ollona di sotto al borgo di Rò. Quante inondazioni si videro fatte di campagne coltissime, e quanti mulini, e canali inabilitati al loro uso? Ma chi vorrà soffrire, che si rinnovino cotali dolorose tragedie, con introdurre separatamente li tre torrenti nell' Ollona, le piene de' quali quasi sempre sono contemporanee, e vi farebbero gli stessi danni di prima?

S' avverta ancora, che l' Ollona va ad isboccare sotto porta Ticinese nel Naviglio grande, e poscia nel Ticinello. Or quando l' Ollona fosse accresciuta dalle diversioni delle piene de' tre torrenti, quali inondazioni apporterebbe al nostro Naviglio grande sotto la medesima città, ed al Ticinello ancora, per quanto si stende il corso di questo canale? Quello che io qui dico, non è una semplice immaginazione, ma un fatto certissimo, già esperimentato negli anni precedenti, per la mentovata unione de' tre torrenti nel solo Bozzente, il quale portava le piene di tutti ad iscaricarsi nell' *Ollona sotto Rò*, e poscia nel Naviglio grande. Lo sbocco di questo fiume sotto le mura della nostra città, accresciuto allora da piene straniere, era sì violento, e sì impetuoso, che l' ingresso nel Naviglio faceva per lunghissimo tratto di sopra rigurgitare le acque del medesimo, le quali traboccavano dalle sue sponde, ed il Ticinello, il quale può considerarsi come l' ultimo scaricatore del Naviglio grande, correva sì rapido, e sì gonfio, che rovinò talvolta molti edifizi, e disertò molte campagne. Or quel disordine, il quale accadde in questi ultimi tempi per la diversione de' tre torrenti nel fiume Ollona, chi potrà mai stabilirlo, e perpetuarlo, come un progetto salutare? Perchè poi, o li tre torrenti si portino uniti nell' Ollona come per l' avanti, o vi si conducano separatamente, e per molte divisioni; tutto ricade nel medesimo, quanto all' effetto di scaricare le tre contemporanee piene nell' Ollona, e quindi nel Naviglio grande.

Per tutte queste ragioni non v' è fiume, che si custodisca con più di cautela, e di gelosia, quanto questo dell' Ollona, capace di far grandi beni alla Provincia del Ducato, come di fatto *lo* proviamo;

ma egualmente capace di farvi de' molti mali, quando si esca da' suoi antichi regolamenti. E però all' Eccellentissimo Senato di Milano n' è commessa la custodia, e la protezione; acciocchè dalla di lui superiore autorità, e continua vigilanza si tengano lontane le novità tutte, le quali possano al benefico nostro fiume recare sconcerto.

Ma oltre le considerazioni, le quali hanno rapporto solamente al fiume Ollona nel piano proposto, io mi fo a ponderare altre rovinose conseguenze. Fingiamo adunque, che il fin qui detto si valuti per nulla, ed anzi che si debba tosto por mano alle mentovate diversioni dei tre torrenti nell' Ollona, e ne' siti indicati. Primieramente tutti questi grandi, e moltiplicati cavamenti, quante sono le divisioni di ciascun torrente, dovranno certamente aprirsi attraverso campagne coltissime, in guisa che dalla cassinetta di Tradate fino a Rò, tutto quel vastissimo tratto di paese compreso tra l' Ollona, e li tre torrenti, sarebbe diviso, e tagliato da questi progettati canali di scarico. Si valuti adunque il prezzo de' soli terreni da occuparsi da tante diversioni, e si troverà, che per questo solo titolo la spesa crescerebbe in immenso.

Ma poi, che è ciò che più rileva, che altro si otterrebbe con tante diversioni di scarico nell' Ollona, e tanti canali, se non assoggettare una nuova Provincia a lagrimevoli inondazioni? Primieramente chi potrà imporre leggi a' torrenti, ed alla loro violenza, ed incostanza, acciocchè conservino inviolabilmente il divisato ripartimento delle loro acque ne' canali di scarico? Quanto sarebbe agevole cosa ad accadere, che tutto il torrente s' introducesse piuttosto in uno di questi canali, che in un altro, invitatovi dalla maggiore sua pendenza verso l' Ollona? Ed in tal caso si vedrebbe scorrere il torrente per una Provincia, la quale mai prima d' ora lo vide, o provonne gli effetti. Una semplice apertura fatta, pochi anni sono, al torrente di Tradate sotto la vigna Candiani, lo trasse immediatamente a volgere da quel lato tutta la piena, e ad inondare le campagne di Gorla, ed altre terre. Un pronostico cotanto funesto potrebbe farsi a ciascuno dei tanti canali attraversanti terreni colti fino all' Ollona.

Ma voglio essere liberale d' una supposizione, quantunque falsa, e concedere, che lo scarico di queste piene nell' Ollona si faccia con la medesima divisione, e nè più, nè meno di quanto si va qui progettando; io mi fo ad interrogare solamente, se tutti questi canali di scarico, li quali s' hanno a condurre separatamente all' Ollona, corrano pericolo d' interrirsi, e d' alzarsi di fondo fino al livello delle terre coltivate, per dove si fanno passare? A questa mia dubitazione non mi si può rispondere risolutamente di nò; sì perchè questa è la condizione de' medesimi tre torrenti, e sì ancora perchè non tutti i canali di diversione avrebbero la stessa pendenza, e velocità

ad iscaricare le materie nell' Olona, e per conseguenza non egualmente in tutti mantenendosi espurgato l'alveo, questo si verrebbe alzando fino sopra il livello delle adiacenti campagne. Ed ecco alle medesime terre accresciuto un nuovo carico di arginature, ed un nuovo pericolo di traboccamenti, e d'inondazioni.

Dalle cose dette si raccoglie, che l'ideato progetto non farebbe altro effetto, che quello di trasferire le stesse, ed anche maggiori inondazioni de' tre torrenti alle vicine, ed ancora più rimote Provincie, per dove decorre il fiume Olona. E però io consiglierò sempre li signori Interessati a non dipartirsi dagli antichi insegnamenti di consumare le piene temporanee de' tre torrenti ne' vasti boschi, e brughiere, dove prima degli ultimi disordini si conducevano ne' tempi andati.

PARTE TERZA.

Della separazione del torrente di Tradate dal Gardaluso.

Chi scrive per soddisfare a molti, non può esser brieve. La semplice descrizione delle tre separate inalveazioni de' torrenti sarebbe più che bastante a porre al fatto chi che sia del piano, che si va spiegando. Ma siamo in una materia, ove tutti pensano di poter parlare, e dare sentenza o a torto, o a diritto, o per divertimento sollazzarsene; e la peggior condizione di chi scrive è appunto questa di dover rispondere alle opposizioni di molti, li quali non hanno mai dato un passo per riconoscere o le origini de' tre torrenti nelle lor valli, od il corso di ciascuno d'essi per la pianura, o la capacità del loro ultimo sfogo. In grazia di questi, li quali sono poi quelli, che formano il maggior numero de' Censori, o de' Giudici, io mi sono veduto astretto a dilungarmi alquanto nelle preliminari notizie della prima, e della seconda parte di questo trattato, acciocchè in vista del fatto, o delle vere difficoltà, ancor questi possano più rettamente pronunziare sentenza, senza che si piglino la briga, ed il disagio di portarsi sul posto per averne informazione. Adunque alquante opposizioni di questi si saranno di già appianate, e prevenute; e ad altre di maggior rilievo le quali appartengono alla prossima esecuzione del piano, si darà il suo scioglimento in questa terza Parte. Prima però di descrivere l'inalveazione di ciascun torrente, mi giova di premettere in questa sorta d'opere una massima generale, la quale non mi pare egualmente intesa da tutti; ed anzi ho durato gran fatica a capacitarne gli esecutori, con poco frutto.

CAPITOLO I.

Con qual metodo, e misura convenga, che regolati sieno li nuovi scavamenti, e quale pendenza di rive debba darsi alle inalveazioni de' torrenti, acciocchè si mantengano scavato il fondo, e capaci sieno dell' intera portata delle loro piene.

Ben diverse sono le regole degli scavamenti pe' nuovi alvei de' canali regolati, da quello che vogliònsi osservare nelle nuove inalveazioni de' torrenti. In quelli basta, che la larghezza del fondo, l' ampiezza della sezione, e la pendenza dell' alveo proporzionali sieno al dato, e costante corpo d' acqua, che sempre menano. Ma ne' torrenti le cose procedono ben altramente. La perpetua lor incostanza nella portata delle acque, ed il continuo trasporto di pesanti materie sono due condizioni, le quali assoggettano i torrenti al continuo alzamento del loro fondo, al riempimento dell' alveo, e ad obbligare in breve il torrente a decorrere sostenuto da semplici arginature, con minaccia di spessi traboccamenti. Se adunque ci riesca di dare a sì fatti scavamenti forma tale, che per se medesima concorra alla continua espurgazione del fondo colla forza delle acque stesse sempre ristrette, e, come dicono, incassate, e perciò vigorose in ogni stato del torrente: questa sarà la forma da prescriversi. E qui mi fo a dichiararne il modo.

Nelle nuove inalveazioni de' torrenti corre l' errore di dare a queste tanta larghezza di fondo, quanta corrisponde alla portata delle massime piene. Or che avviene? Il colmo della piena non suole avere che corta durata; ed ella si va scemando in modo, che la latitudine del fondo dell' alveo riesce soprabbondante alla scarsa copia delle acque, le quali cominciano a decorrere or in una parte dell' alveo, ed or in un' altra, con un serpeggiamento, piuttosto che corso. Qui è dove seguono le maggiori deposizioni del torrente, ed ove si rialza un dosso di rena, ed ove si ammassa un ghiaiato, e s' interrisce il fondo. E la ragione è chiarissima; perocchè in tanta dilatazione di fondo l' acqua si abbassa di livello, si divide in varj rami, e perde di velocità, che è quella forza, con cui promove innanzi le pesanti materie. In fatti è osservazione indubitata, che le maggiori deposizioni de' torrenti non seguono nel colmo delle loro piene, quando le acque superiori con il grave loro peso incalzano le susseguenti, e le pongono in velocissimo moto, ma sol quando cominciano ad abbassarsi. Allora è, che diminuita la velocità, cresce l' interrimento, nè si sostengono più le materie, le quali calano al fondo. Molto più poi, se nel primo cavamento dell' alveo diasi al fondo tanta ampiezza, e dilatazione, che al torrente nelle prime sue

diminuzioni riesca soverchia. A torre d'inganno cert'uni, a' quali pareva sempre, che una molto maggiore larghezza di fondo fosse necessaria allo smaltimento delle piene, produrrò ancora l'autorità del p. Grandi nelle dotte sue Riflessioni, stampate nella causa del mulino dell' Era. *Tra le cagioni*, dic'egli, *dell' alzamento de' fiumi, ha molto che fare la disposizione medesima del letto, che essendo in questo luogo più largo, obbliga l' acqua a disperdersi in quelle ampiezze, e rallentare la velocità in proporzione reciproca delle sezioni. Oltre di che per la maggiore larghezza, abbassandosi di livello il fiume, va radendo il fondo col pelo dell' acqua, e nell' asprezze di esso più facilmente depone le materie, che seco porta.*

Adunque la regola generale dello scavamento di tutti li torrenti sarà quella, che al fondo diasi la minore larghezza che si può, ove di quattro, ove di sei, ove di otto braccia al più, secondo la varia portata del torrente, e che alle rive, le quali vanno salendo, diasi una massima inclinazione, e dilatazione fino alla sommità o del piano superiore, o degli argini. Con questo artificio quanto si scema la capacità del fondo, tanto si accresce l'ampiezza dell' alveo nella dilatazione delle rive scendenti; e però lo scavamento riesce sempre proporzionale alla portata delle massime, e delle minori piene.

Ma quello che più è da notarsi, ed è lo scopo di questa regola, si è, che in ogni stato d'acque alte, mezzane, e basse il torrente corre allora incassato, e con uniforme velocità per mantenersi scavato il suo fondo. Imperocchè alle massime piene corrisponde la massima ampiezza di tutto l'alveo compreso dalla sommità delle rive inclinate; e scemando gradatamente la piena, s'incontra tosto in un alveo, il quale con il medesimo tenore sempre più si ristringe. E finalmente nello stato d'acque basse, il residuo delle medesime decorre unito, e con notabile altezza nel fondo ancora più limitato dell' alveo. Con tale disposizione di rive inclinate il torrente mantiene sempre unita, e vigorosa, quasi in diversi alvei, che si succedano, la disugual copia d'acque, che mena in diversi tempi, e però in tutti li differenti stati rimangono vive, ed operanti tutte quelle cagioni, le quali concorrono al trasporto delle materie, cioè altezza d'acque, pressione, e velocità. Queste sono le forze immense de' fiumi, e de' torrenti, delle quali dobbiam valerci, rivolgendole allo scavamento de' loro medesimi alvei, e col buon uso di queste si ottengano effetti maravigliosi, che non potrebbero sperarsi da un esercito di operai.

Quanto il soverchio allargamento del fondo de' nuovi alvei de' torrenti li disponga al riempimento, ed all'alzamento de' medesimi loro letti, potrei produrne esempi recentissimi nelle nostre provincie di Lombardia. So, che più d'un torrente si è a bello studio dilatato

per renderlo capace della portata delle piene senza traboccamenti. Ma che? Da questa mal consigliata epoca d'uno straordinario allargamento n'è proceduto un grande alzamento di fondo, per cui si rende ora meno capace di prima. Quando si vogliono impedire i traboccamenti de' torrenti, bastano le arginature situate in moderata distanza dal colmo delle rive. Queste sostengono quella quasi momentanea altezza d'una straordinaria piena, cessata la quale il torrente si abbassa, e si ritira nel suo letto, e vi decorre con tanto maggior velocità, quanto minore è la sua larghezza. La maggiore dilatazione del fondo de' torrenti è sempre accompagnata da minor grado di velocità nelle medesime circostanze; e per conseguenza non è universalmente vero, che al materiale allargamento del fondo corrisponda maggior portata d'acque, quando si voglia riflettere al grandissimo divario, che reca alla misura delle acque correnti la velocità o ritardata, od accresciuta.

E poi ne' torrenti convien riflettere, che quella stessa soverchia dilatazione di fondo, la quale può giovare nello stato d'una straordinaria piena, diverrà di sommo pregiudizio nello stato d'acque mezzane, e basse. Onde non è per ogni sua parte sicuro partito quello, che odo frequentemente consigliarsi, di allargare il letto de' torrenti. Ma all'opposto io son d'avviso, che il letto de' torrenti si lasci nello stato suo antico più ristretto, ed a' traboccamenti delle piene si oppongono le semplici arginature.

Resta ora da dichiararsi su quali regole si debba prescrivere la pendenza di queste rive scendenti a tutta scarpa sino al fondo più depresso della nuova inalveazione de' torrenti. Ma prima mi giova distinguere ne' termini dell'arte il vero significato di riva *semplicemente a scarpa*, da quello di riva *scendente a tutta scarpa*. La riva *semplicemente a scarpa* dinota una moderata inclinazione della medesima per due, o tre, o quattro braccia dal perpendicolo, secondo la varia altezza del suo ciglio, e la tenacità del terreno. Questa sorta di piani inclinati, e di rive semplicemente a scarpa, conviene a tutti i canali regolati, li quali conducono un corpo costante d'acqua, e non soffrono irruzioni di piene. Oltre di che le rive di questi sogliono armarsi, e sostenersi con palaficate, e grosse pietre, come si costuma ne' nostri Navigli.

La riva *scendente a tutta scarpa* dinota una massima inclinazione della medesima per 8, 10, 15, e più braccia dal perpendicolo, secondo le varie altezze delle rive, e la qualità del terreno più, o meno consistente. E questa massima inclinazione di rive scendenti a tutta scarpa è necessaria a' torrenti per le ragioni già addotte, e forma gran parte del medesimo alveo ne' diversi stati.

Supposte queste notizie, io non so, come da certuni siasi fissata

una certa loro regola, che la pendenza del secondo genere, a tutta scarpa, come eglino dicono, si definisca per una misura determinata, e costante in qualsivoglia caso, cioè come ho udito più volte, di sei once di declinazione per ciascun braccio di altezza perpendicolare di riva; e questo sia il termine della massima pendenza, che eglino danno alle rive de' torrenti ne' nuovi scavamenti. Ma io prego questi a riflettere, che qui non trattasi di determinare la pendenza di un piano in un disegno di prospettiva, o la declinazione d' un piedestallo, secondo le invariabili leggi dell' architettura. Tutto altramente. Primieramente il più, ed il meno di pendenza si dee regolare a norma del più, o del meno di coesione, e di consistenza del terreno. Se questo è sabbioso, e di pura arena, non basterà certamente la declinazione delle sei once per ogni braccio d' altezza di riva; ma vi vorranno le dodici once, e molto più ancora, in guisa che talvolta la declinazione del perpendicolo oltrepasserà del doppio l' altezza delle rive. Se il terreno è misto di ghiaia, e di terra, la pendenza vuol essere alquanto minore; e così di grado in grado, quanto più si scopre di tenacità nel terreno da scavarsi. In poche parole, la regola vera si risolve tutta nel giudicio dell' Architetto; il quale tanta inclinazione dee dare alle rive, quanta conosce egli convenirsi, acciocchè quelle si sostengano di per se, senza trascorrimento al fondo, o sia per la caduta delle acque piovane, o sia per l' urto delle piene, o sia per il movimento, che soffrono nello scioglimento del gelo.

Ricordomi che sul sito del cavamento de' tre torrenti, siccome durai fatica, e stento nel persuadere questa massima agli esecutori; così per farla entrar loro in capo, io era solito di produrre molti paragoni confacenti al caso. Vedete, io diceva loro, s' egli è vero, che non ogni qualità di terreno può sostenersi in quella invariabile misura di pendenza delle sei once, quale voi prescrivete. Prendete tre sacchi di grano diverso di mole, e di figura, cioè di semplice miglio, di frumento, e di grano turco; e capovolto il sacco aperto all' ingiù, fate che naturalmente ciascuna specie di grano cada sul pavimento da per se. Voi tosto osserverete, che la pendenza, e, come voi altri dite, la scarpa di ciascun mucchio sarà diversa, a tenore del più facile scorrimento, che hanno le diverse forme de' grani. Il miglio di minor mole, e di più liscia superficie, si stenderà in molto maggior declinazione dal perpendicolo per sostenersi; minore sarà quella del frumento, e molto minore poi quella del gran turco; in guisa che, se avessimo a studiare un qualche teorema per definire le rispettive pendenze, potremmo dire a un dipresso, che queste sono in ragione reciproca de' diametri delle loro figure.

Or fate vostra ragione, che corrono le stesse leggi di natura nella

pendenza delle arginature, e delle rive de' tre torrenti; e disingannatevi pure, io diceva loro, che la qualità di questo terreno non si adatterà giammai alle vostre regole delle sei once per braccio di altezza. Pendentissime, ed inclinatissime vogliono essere le arginature, e le rive del torrente di Tradate, e del Bozzente, e del cavo Borromeo, perchè o di pura minuta ghiaia, o di semplice rena scorrevòle composte; alquanto meno quelle del Gardaluso per qualche tratto di terreno più tenace.

Sebbene, senza dilungarmi in altre prove, io mi volsi a far loro vedere su gli occhi, come gli stessi torrenti ci davano il modello, sul quale essi si erano scavati, ed adattati i loro antichi letti, e le pendenze delle rive. Non vedete, io faceva loro riflettere, che le sponde del cavo antico Borromeo, e del Gardaluso non sono ritte in piè, come le manofatte da voi, non quasi perpendicolari, o pendenti con pochissima declinazione, ma spianatissime, e sommamente inclinate? Dove trovate voi qui la vostra regola delle sei once per braccio d' altezza? Osservate in oltre nel cavo antico Borromeo, e nel Gardaluso, che li torrenti medesimi si sono scavato il loro più basso fondo, ma ristretto assai a quelle sette, o otto braccia al più; ma poi dal fondo salendo all' insù, l' alveo si dilata ampiamente colle rive scendenti con massima inclinazione. E qui è, dove faceva loro osservare, che, secondo questo naturale andamento, anche il torrente erasi mantenuto più scavato l' alveo con minori torcimenti, e corrosioni; laddove in tutti gli altri, da non molti anni manofatti scavamenti o del Bozzente nel territorio d' Uboldo, o del torrente di Tradate fino alla vigna Candiani, non regolati a norma della natura de' torrenti, e della qualità del terreno, ma a capriccio, quanto alzamento di fondo, e riempimento hanno poscia cagionato, fino a segno di uguagliare con l' altezza del fondo il livello delle campagne. Con questi familiari esempi io mi andava studiando di addimesticare gli esecutori a rendersi più docili agli insegnamenti della natura; ma con pochissimo frutto, come verrò dichiarando; perchè aveva a combattere non solamente l' intelletto, ma qualche altro più invincibile contraddittore o dell' invecchiato costume, o dell' interesse.

Del resto, i vantaggi del fondo più ristretto, e delle rive moltissimo inclinate, ove i torrenti decorrano per terre arenose, o ghiaiose, sono di sommo rilievo. I. Le rive, quanto più hanno d' inclinazione, tanto più acquistano di consistenza, e più resistono alle corrosioni del torrente; come ben riflette il Guglielmini in tutti li fiumi. II. Lo stesso alveo in questa forma si adatta alle disuguali quantità d'acque in tempi diversi. III. La massima velocità agisce allora nel mezzo dell' alveo, dove l' altezza delle acque, e la pressione farassi maggiore; e per conseguenza il trasporto delle materie sarà

quivi più facile. IV. Dalle rive poco inclinate gran copia di materie ricade sempre sul fondo de' torrenti; onde da questo svantaggio sono più lontane le rive scendenti a tutta scarpa. V. Finalmente, quanto più si rendono consistenti, e ferme le rive di massima declinazione dal perpendicolo, tanto più sono disposte alla fermentazione, ed al germoglio d'erbaggi, e di gramigne, ed a farsi una corteccia viva, che resista alle corrosioni delle piene.

CAPITOLO II.

Della riduzione del torrente di Tradate all' antica sua inalveazione, e corso verso i boschi Ramascioni, e di Mirabello, ed altre brughiere.

La inalveazione, quale si è prescritta al torrente di Tradate, non è che una semplice riduzione del medesimo all' antichissimo suo alveo, per dove conducevasi ad isboccare ne' boschi Ramascioni, e di Mirabello, e nelle adiacenti vastissime brughiere, e quivi a spandersi, ed a consumarvisi interamente.

Una delle primarie osservazioni fatte nella prima visita di questo torrente nell' anno 1758, fù quella, che dal ponte nuovo di Tradate presso il monistero delle monache di S. Sepolcro, fino alla vigna Candiani, il torrente si è talmente riempito il suo alveo, che già l' alzamento del fondo uguaglia il livello delle campagne, e le piene per tutto questo tratto vengono unicamente sostenute da arginature.

Di questo straordinario alzamento di fondo accaduto in pochi anni, o altre le universali origini già prodotte, se ne può ascrivere l' effetto a due cagioni, le quali si osservarono da tutti nella prima visita del 1758. Una di queste si è la soverchia, e pregiudiciale larghezza di fondo di 20. braccia, e più, data all' alveo di detto torrente, alquanti anni prima, dal ponte nuovo di Tradate fino all' angolo della vigna Candiani. La seconda cagione di sì fatto interrimento si riconobbe essere l' improvviso passaggio, che da un alveo troppo dilatato faceva il torrente ad un canale impedito da spesse traverse, e sostegni, con gran rigurgito delle acque fino alle parti superiori. Onde a ritardare la velocità del primo ingresso della piena nel precedente alveo, vi concorrevano e la strana, e difettosissima larghezza del medesimo per tutto quel tratto, e l' altezza de' sostegni, ed altri impedimenti nell' alveo susseguente.

Di questa nociva disuguaglianza d' alveo in poco tratto, non può attribuirsene la colpa, fuorchè alla discordia de' confinanti; e dirò come. Il torrente nel territorio di Tradate ha il suo corso nel mezzo di terreni colti; e quindi, secondo il comun modo di pensare, si

lusingarono alcuni di poter dare all' alveo del torrente con la maggiore ampiezza anche un più libero sfogo alle piene, almeno fino a' suoi confini. Ma che? Ricusandosi da' terrazzani inferiori la continuazione dello scavamento dell' alveo, almeno nella moderata, e più giusta larghezza dell' antico andamento, la spesa de' primi presto si vide gittata in vano. Imperocchè l' otturamento del cavo nelle parti inferiori, sostenendo le acque nelle parti superiori di Tradate, e rallentandone il corso, e lo scarico, attesa ancora l' anzidetta larghezza, cagionò in pochissimi anni uno straordinario alzamento di fondo di quasi tre braccia; come si argomentò nella prima visita del 1758. dall' osservazione della chiusa costrutta dal Ducato nell' anno 1752. presso la vigna Candiani, attraverso la strada detta Molinara, per dove tempo fa, correvasi pericolo, che s' incamminasse il torrente, con pregiudizio dell' Ollona. Questa chiusa fu costrutta in altezza dal fondo del torrente per braccia 3; e nella visita del 1758. dal fondo del medesimo sormontava meno d' un braccio, ed il restante trovavasi già sepolto sotto la ghiaia. Li medesimi indizi di fresco alzamento si riconobbero in tutto il corso nel nuovo manofatto canale dal ponte nuovo di Tradate fino all' angolo della vigna Candiani. Tanto è vero, che il corso continuato d' un fiume, o d' un torrente è un vero sistema di parti, le quali si corrispondono, e si danno reciproco soccorso; e sarà sempre una pazzia il lusingarsi di potere scaricare il torrente tutto addosso gl' inferiori, senza risentirne alcun danno, quando questi non acconsentano di aprirgli similmente uno sfogo proporzionato.

Adunque il primo riordinamento dell' alveo di questo torrente dal ponte nuovo di Tradate fino alla vigna Candiani, per la lunghezza di braccia 5300, consiste nella riduzione del canale dalla soverchia larghezza di braccia 20. ad una più moderata di braccia 10. al più; acciocchè reciprocandosi le sezioni con le velocità, queste altrettanto si accrescano, quanto quelle si scemano; e con ciò il torrente in questo tratto riacquisti la forza di trasportar le materie, e non solamente d' impedire ulteriore riempimento, ma di scavarsi più profondamente l' alveo suo.

Lo stesso ristringimento d' alveo per rapporto al fiume Arno, e per impedirne il continuo alzamento del suo fondo, consigliò ancora il celebre Vincenzio Viviani nel suo secondo discorso, con queste parole: *E perchè io non trovo disordine più pregiudiciale, nè di maggiore impedimento alla velocità d' Arno, che l' averlo ne' tempi andati lasciato scorrere a briglia sciolta per le pianure, e prendersi eccedente larghezza di letto, vorrei per almeno ora cominciare appoco appoco, e con industria particolare a costituirgli una larghezza molto minore di quella, che egli s' è preso ec.* Io cito assai volte il testimonio

de' più insigni Idraulici, ove si tratta di svellere un qualche volgare errore in materia di acque, e molto più se l'errore viene autorizzato dall'uso; perchè so pur troppo, che il solo mio detto non può prevalere all'invecchiato costume.

Sebbene cotesto improvviso ristringimento dell'alveo dal ponte nuovo di Tradate fino all'angolo della vigna Candiani, sarebbe troppo dispendioso, e forse di esito poco sicuro, sì per il trasporto degli argini vecchi, già molto ben costrutti in vari siti da' particolari possessori, e per il rifacimento de' nuovi; come ancora perchè le rive scendenti a tutta scarpa dalla sommità degli argini fino al fondo dell'alveo, dovrebbero formarsi interamente di nuovo, e riempirsi con terra recentemente trasportata, la quale non potendo sì prestamente fare il solito assettamento, ed assodarsi, cederebbe all'urto delle prime prossime piene, e sarebbe rapita dalle acque ad interrire l'alveo. Per iscansare questi inconvenienti in cotesto ristringimento d'eccedente larghezza, converrà appigliarci al medesimo partito, quale consiglia lo stesso Viviani, di prescrivere al nuovo cavamento forma tale, che obblighi le acque del torrente a ristringere in progresso l'alveo suo ed a formarsi colle deposizioni le rive scendenti a *tutta* scarpa.

Pertanto il nuovo profondamento dell'alveo, e la forma dello scavamento in tutto questo tratto si eseguisca in cotal modo. Il fondo di mezzo per la larghezza di tre braccia si scavi in profondità di due braccia e mezzo: poscia verso l'uno, e l'altro piè degli argini antichi gradatamente meno, in forma di due piani inclinati *nel mezzo*, li quali appoco appoco vengano salendo, sino ad *unirsi col piè dell'* argine vecchio; onde la profondità ragguagliata *dello* scavamento nella sua latitudine, riesca d'un braccio e mezzo. Con tale disposizione di fondo, e supposta già la rettitudine dell'alveo in tutto questo tratto, il filone del torrente in ogni stato d'acque alte, mezzane, e basse forzato sarà a naturalmente decorrere nella parte più profonda dell'alveo di mezzo, e quivi si manterrà l'alveo scavato. Laddove di qua, e di là dal sito di mezzo farà qualche deposizione sopra il fondo sempre più rilevato sino al piè delle arginature, dove si ritarda il moto, e meno agisce la pressione; e quivi per se medesimo il torrente, e per mezzo delle sue alluvioni si adatterà le rive scendenti a tutta scarpa, e ristringerà alquanto la soverchia larghezza delle sezioni, e con ciò si disporrà in pochi anni ad iscavarsi più profondamente l'alveo di mezzo, e ad incassarsi di sotto al livello delle campagne. Si avverta però, che, finattantochè non siasi ottenuto questo effetto di maggior profondamento, si dovrà dare agli argini un'altezza di molto superiore al colmo delle massime piene, per esservi contenute senza traboccamenti.

Ma siccome ho osservato nella prima visita del 1758, che in tre siti il cavo primiero torce alquanto dalla retta linea di direzione: così farà mestieri con l'opera di qualche respingente, che chiamano *pennello*, sostenere il filone nel mezzo, e nella parte più profonda del cavamento già preparato, per quanto potrà ottenersi dalle irregolarità d'un torrente. Dobbiamo pensare all'ottimo, per conseguire uno stato mezzano. Il difetto della eccedente larghezza data all'alveo nel passato suo scavamento, si verrà scemando con il prescritto regolamento, e si abiliterà il torrente, fatto più vigoroso in' sezioni meno allargate, ad iscavarsi il fondo di questo tratto. Ma tutti li cambiamenti de' torrenti, e de' fiumi non possono essere istantanei; giacchè tutta l'arte consiste in valersi delle loro forze per conseguire il fine del loro ristabilimento.

In questo medesimo tratto di braccia 5300. fino alla vigna Candiani, ed alla strada Molinara, si chiuda con valida intestatura un ramo minore alla sinistra verso Abbiate Guazzone, e si tolga affatto quello svolgimento; siccome ancora o si raddolciscano, o si addirizzino interamente varie piegature.

Finalmente al termine di questa prima inalveazione si attraversi con un valido saltacavallo l'imboccatura della strada Molinara, a norma dell'ordinazione già fatta dall' Eccellentissimo Senato nell'anno 1752. La ragione si è, perchè, attesa la depressione di questa strada, e di tutto il piano degli adiacenti terreni fino al fiume Ollona, qui si corre pericolo, che tutto il torrente di Tradate si volga per questa strada a danno di molte terre, e dello stesso fiume Ollona, tanto gelosamente custodito, e difeso da nuove irruzioni de' torrenti per le ragioni già note. Sebbene si è prescritto, che l'altezza di cotesta traversa, o sia saltacavallo non oltrepassi il braccio e mezzo, acciocchè nel caso che il colmo di qualche straordinaria piena sormonti la sommità della chiusa, si possa dare al torrente anche da questo lato per le vicine brughiere un qualche scarico, almeno per quel brieve tempo, in cui suole durare il colmo della piena. In tal guisa si toglie il pericolo, che il torrente si apra una nuova inalveazione per la strada bassa Molinara, e si conseguisce il vantaggio di qualche diversione nel maggior bisogno, senza inquietare l'Ollona, giacchè in tutto questo tratto di canale non v'è luogo di farvi altre diramazioni del torrente.

CAPITOLO III.

Del secondo tratto d' inalveazione del torrente di Tradate dalla vigna Candiani fino alla strada di Locate, e di Gallarate, e se la larghezza del fondo dell' alveo qui prescritta da' signori Architetti, capace sia delle massime piene del torrente.

Entro qui nella seconda parte di questa inalveazione, o sia riduzione all' antico cavo, nella quale avrò ad iscoprire non meno l' errore del volgo, che la sagacità di certuni in valersene utilmente. Spero, che mi verrà fatto di torre d' inganno i primi, e di disarmare ancora i secondi, e lo farò con tanta maggiore accuratezza, ed evidenza, quanto maggiore è la contraria prevenzione. Ed io prego quelli che amano la verità, e non vanno dietro ciecamente alle grida d' un volgo imperito, pregoli, dissi d' esaminare posatamente, se tutto ciò, che si è prescritto da' signori Architetti in questa parte, sia conforme alle costanti osservazioni degli altri torrenti, alle buone, ed usate regole, ed alle leggi medesime della natura. Perocchè non tutto ciò, che pare al volgo per verisimile, può giustamente accettarsi per vero; altrimenti in quanti grossolani errori inciamperebbero li Professori? Nè io mi piglierei giammai il cruccio di combattere una trivialissima opposizione, se di questa non se ne facesse da certuni un abuso, ed un allarme falso. Cominciamo dal fatto.

Dalla strada Molinara, e dalla vigna Candiani all' igiù nel territorio di Abbiate Guazzone, per il tratto di braccia 2323. *fino alla strada di* Gallarate, trovammo nella prima visita del 1758, che l' alveo del torrente non aveva più sembianza di vero canale, come s' è detto di sopra, e che anzi spartivasi in varj rami nel piano de' boschi; e si osservò col fatto stesso dell' andamento del vecchio alveo, che da questo punto il torrente cominciava a decorrere incassato tra rive stabili, di sotto al livello delle campagne, dove d' un braccio, e dove alquanto più, e che perciò era d' uopo il disegnare un cavamento, ove la piena del torrente sostenuta fosse, parte dalle basse rive stabili, e parte dalle arginature. Adunque, secondo le regole delle inalveazioni de' torrenti, dichiarate nel primo capitolo di questa terza Parte, si disegnò un alveo regolato in modo, che in acque basse, e mezzane il torrente vi decorresse sempre unito, e vigoroso tra le rive ferme, acciocchè avesse forza di solcarsi il suo fondo, e di viepiù approfondarvisi, con attrarre ancora le vecchie deposizioni dell' alveo superiore; e nel caso di massime escrescenze il torrente potesse dilatarsi sopra le basse rive, tra le arginature situate in distanza almeno di due braccia dal ciglio delle medesime, secondo le

notissime regole della giusta posizione degli argini. Imperocchè, siccome tutto il passato disordine erasi derivato dagli incerti serpeggiamenti del torrente, e dalla troppa dilatazione, e riempimento dell' alveo superiore; così ora conveniva di preparare al torrente un alveo di tal condizione, che in ogni stato, per l'altezza delle acque, e della pressione sul fondo, sempre più si abilitasse a profondarsi qui l'alveo, e ad invitare ancora con la sua nuova depressione le materie del letto superiore soverchiamente alzato.

Pertanto a questa seconda parte di scavamento si diede una larghezza ragguagliata di braccia 9. sul fondo, come si vede presentemente, ed una profondità di braccia 2. nel sito di mezzo, da dove si conducevano due piani moderatamente acclivi di qua, e di là al piede delle due opposte rive, le quali non dovevano essere ritte, e perpendicolari, come pur troppo si costuma di fare, ma con la massima inclinazione a scarpa fino alla loro sommità; e da questa in distanza d'altre due braccia sul pian terreno si prescrivevano le arginature molto più alte del colmo delle massime piene, ma arginature con la stessa pendenza delle rive; com'è palese dalla scrittura, molto prima prodotta in istampa da' signori Cavalieri Delegati, intorno alla forma da praticarsi in questo scavamento.

Premesse queste notizie, vengo alle popolari opposizioni; e facciamoci dalla prima, nella quale da alcuni si condanna di troppo scarsa, e ristretta la larghezza ragguagliata sul fondo di 9. braccia, a paragone della precedente larghezza di 20, e di 25 braccia dell' alveo superiore, già molti anni prima scavato dalla vigna Candiani fino a Tradate. E com'è possibile, dicono questi, che una piena al di sopra dilatata in tanta larghezza di 20, e più braccia di fondo, possa in questo passaggio immediatamente ora ristringersi, e contenersi in molto minore larghezza di 9. braccia? Questo sarebbe lo stesso, che voler incastrare una misura maggiore in una minore, una pinta di vino, dicon' eglino, in un boccale.

Ma a ragionar bene delle cose, ed a non lasciarsi sedurre dalle sole apparenze equivoche, niente giova il paragone, che qui si produce, d'una larghezza stranamente dilatata, e difettosa, quale negli anni passati, a caso, ed a capriccio s'è voluto dare al torrente di Tradate per tutto il tratto superiore, con seguirne poi il suo riempimento, ed alzamento di fondo, come s'è già dimostrato. Ciò non decide l'articolo della quistione, se questa tanto minore larghezza capace sia, o nò, di contenere le sue massime piene. Qui sta tutto il punto. Ma a venirne in chiaro, vi vuole la costante osservazione della larghezza di fondo degli altri torrenti, proporzionale alla portata delle loro piene: vi vuole la rilevantissima riflessione d'impedire il riempimento dell' alveo, che è il disordine maggiore ne' torrenti.

Or io dico qui francamente, che a questa capacità delle piene è più che bastante, ed anzi soprabbondante la larghezza di fondo di 9. braccia, e di 8. ancora; e lo dimostro col paragone vero, che decide col fatto la questione. Eccone il suo progresso. Ognuno sa, che la portata del Bozzente è il doppio maggiore di quella del torrente di Tradate, ovvero del Gardaluso; come s'è già dimostrato nel capitolo terzo della parte seconda. Or quale larghezza di fondo s'è prescritta all'inalveazione di tutto il Bozzente? Non altra, che quella, al principio di 13, poi di 12, e di 10. braccia nel cavo Borromeo, molto prima delle sue diramazioni di Gerenzano, e d'Uboldo. E quel che è mirabilissimo a dirsi, non s'è udita la minima querela del ristringimento di fondo fino alle 10. braccia a tutto il Bozzente nel cavo Borromeo, superiore alla prima sua diversione nello scaricatore di Gerenzano. Adunque, io dico, quando al torrente di Tradate noi assegnassimo la sola metà di questa larghezza di fondo, cioè le 5, o 6. braccia, chi non vede, che cotesta misura sarebbe proporzionalissima alla portata delle sue piene, la quale è appunto la metà di quella del Bozzente? Che sarà poi, quando la larghezza del suo fondo siasi dilatata a 9. braccia ragguagliatamente, con accostarsi tanto da vicino a quella del Bozzente di braccia 10? Qual uomo di buon senso potrà farvi eccezione, e dire, che questa misura è scarsa, e che all'ingresso di questo tratto d'inalveazione le piene di Tradate si affoghino? Di qual altra regola possono valersi gli Architetti d'acque in queste misure, se non di quella del paragone d'altri torrenti già stabiliti di corso, e della rispettiva quantità delle loro piene?

Aggiungo poi un'altra considerazione rilevantissima, dalla quale si dimostra non convenirsi in questo tratto al torrente di Tradate una maggiore dilatazione della già prescritta di braccia 9. ragguagliatamente, e che questa anzi pende all'eccesso che al difetto. Ella è massima indubitata, e pratica comune di tutti gl'Idrostatici, che nel confronto di due canali, data la stessa quantità di acque per ciascuno, se la pendenza dell'uno sarà molto maggiore di quella dell'altro, dovrà darsi al primo una larghezza proporzionalmente minore di quella del secondo. E la ragione è chiarissima, perchè allo sfogo facile del medesimo corpo d'acque nella stessa sezione, molto più che la materiale larghezza vi concorre la velocità originata dalla maggiore pendenza; e quindi se lo stesso corpo d'acque vorrassi introdurre in altro nuovo canale di doppia, e tripla declività del primo, la larghezza di questo potrà essere la metà, e la terza parte della larghezza del primiero canale; essendo notissimo il teorema, che nello stesso fiume, ovvero in fiumi di egual portata, le sezioni sono in ragione reciproca delle velocità. Or la pendenza dell'alveo del torrente di Tradate in tutto questo tratto di quanto incomparabilmente

è maggiore di quella del Gardaluso, e del Bozzente ancora? Certo è, che senza il soccorso della livellazione, questa verità di fatto salta agli occhi di tutti quelli, che sul posto confrontano semplicemente il corso de' due torrenti di Tradate, e del Gardaluso. Si consideri il fondo del torrente di Tradate dal ponte nuovo fino alla cassina Cipollina, di quanto sia più rilevato di livello del fondo del Gardaluso; basti dire, che per tutto questo lunghissimo tratto il torrente di Tradate con istento, e con l' opera di ben alte arginature, difficilmente può contenersi dal non iscaricarsi impetuosamente, e congiungersi col Gardaluso per la strada di Locate, e per la strada Mezzanella, amendue pendentissime, siccome l' abbiamo veduto decorrere negli anni precedenti. Si paragoni poi l' alveo stesso di Tradate ne' boschi Ramascioni, con l' alveo del Gardaluso sulle brughiere di Cislago, e si vedrà prestamente quanto il primo sia più depresso del secondo; mentre, quando non ostasse o l' ampiezza dello spandimento, e del consumo, od il nuovo risalir che fanno a più alto dosso le brughiere al piè de' boschi Ramascioni, le diramazioni del Gardaluso in quella parte si volgerebbero a rovesciarsi in quelle di Tradate negli stessi boschi più bassi di livello. Or ad una declività dell' alveo di Tradate, tanto maggiore di quella del Gardaluso, poteva bastare per iscarico della piena la metà solamente di quella larghezza, la quale si è prescritta al Gardaluso, in parità d' uguale portata d' acque per ciascuno, come in fatti s' è trovata. Non pertanto, affine di non contraddire interamente alle false persuasioni del volgo, anche al torrente di Tradate in questo tratto si è voluto dare una larghezza sul fondo di braccia 9. ragguagliatamente; che vale a dire, prossimamente eguale a quella del Gardaluso di braccia 10. Come può dunque temersi, che sia una larghezza eccessivamente ristretta quella del torrente di Tradate da questo primo incominciamento, quando di pochissimo è differente da quella del Bozzente, il quale è di doppia portata di acque, ed è quasi uguale alla larghezza del Gardaluso di molto minore pendenza? Su quali altre regole, e confronti si poteva meglio accertare una tale larghezza? E quanto mal fondata, e peggio promossa dovrà dirsi la richiesta d'altro maggiore allargamento? Se non vogliamo forse rinnovare l' errore della smoderata larghezza dell' alveo superiore, dalla quale s' è derivato tanto alzamento di fondo in pochi anni.

Sebbene, quando si adempiano le istruzioni, e le giuste regole dello scavamento, tante volte nella visita de' Periti, e de' signori Cavalieri Delegati, raccomandate ed in voce, e nelle loro annotazioni stampate, non può mancare giammai a questa parte d' inalveazione capacità la maggiore che possa desiderarsi per il caso delle massime escrescenze. Primieramente alle 9. braccia di larghezza sul fondo si

aggiunga più d' un braccio di pendenza di qua, e di là delle due rive stabili, e dalla sommità di queste si calcoli la distanza d' altre 2. braccia per ciascun lato delle arginature posate sul piano superiore delle rive. Or queste arginature a destra, ed a sinistra scendenti a tutta scarpa, non possono avere di pendenza meno di 2. braccia per ciascuna. Con questa gradazione di capacità sempre maggiore noi troveremo, che la piena crescente potrà successivamente dilatarsi dalle braccia 9. in 12, e 16, e finalmente in braccia 20, quando sarà contenuta dalle arginature. Può figurarsi ampiezza maggiore allo sfogo delle massime piene, senza pregiudizio d' interrimento nelle minori?

Mi si risponderà, che questa forma d' inalveazione era ottima; ma che presentemente l' esecuzione non corrisponde a questo successivo, e ben regolato allargamento. Mi si dirà, che le rive stabili sonosi tagliate giù quasi a piombo, senza pendenza: che le arginature, o per meglio dire, la semplice terra, ed arena di scavamento, si è gittata alla rinfusa sull' orlo stesso delle rive: onde alle prime piogge rimane esposta ad essere nuovamente rovesciata nell' alveo. A questa opposizione che altro io posso dire, se non che, come in tutte le faccende umane, così ancora in queste, l' Architetto propone, e l' esecutore dispone; e di chi siane la colpa, chi potrà indovinarlo, fra tanti direttori, e capimastri, e giornalieri, e sublocatori, li quali hanno avuto parte nello scavamento? Frivola poi sarebbe la scusa di ricorrere a' capitoli dell' Appalto, ne quali dicono non trovarsi cotesta sì minuta forma d' inalveazione. Quante volte ivi si raccomanda agli esecutori, che la terra, ed arena di scavamento, e le arginature non si aggravino sull' orlo delle rive; ma che anzi si trasferiscano in distanza di 2 braccia almeno dalle medesime? Non è egli questo un assioma comune degli Architetti tutti? Non è stato loro più volte dichiarato a viva voce? Non è questa la legge generale espressa ne' capitoli, e rinnovata più volte nella scrittura di convenzione, di seguire quella norma, la quale agli esecutori sarebbe additata sul posto dall' Architetto, affine d' isfuggire le noiose ripetizioni delle stesse regole in tanta moltiplicità d' operazioni? Ma poi si riconoscano pure queste misere arginature. Dov' è la loro pendenza a tutta scarpa? dove è il loro stabilimento con terra buona cavata da' vicini campi; come si prescrive ne' capitoli? dove si veggono i segnali d' un tale cavamento? nella visita de' signori Cavalieri Delegati, fatta nel Maggio di questo anno 1762, si addimandò ad uno di questi soprastanti all' opere, perchè mai le arginature, o per meglio chiamarle, mucchi di semplice arena gittati sull' orlo delle rive nello scavamento, non si fossero coperte di terra buona cavata da' vicini campi; ed in altezza di tre once almeno, come prescrivono i

capitoli, acciocchè fossero capaci di vestirsi d' erbe, e di rassodarsi? La risposta mosse le risa di tutti gli astanti: *Perchè*, egli disse, *il vento se l' ha involata tutta tutta, ed ha lasciata la nuda rena, qual si vede*. Veramente ingnoravasi da tutti che il vento giocasse sì furiosamente al Fontanile di Tradate, e che fosse sì accorto, e delicato d' ingoiarsi solamente la terra buona, e di neppur toccare la sterile arena, ivi rimasta per rifiuto.

Sebbene nella detta visita de' signori Cavalieri Delegati fatta nel Maggio di quest' anno 1762, si osservò con istupore del sig. ingegnere Besana, e da me, e da tutti, che non ostante li difetti testè rammemorati, e nuovamente riconosciuti, nondimeno contro l' aspettazione, ed il concetto, che se n' era fatto da noi per le divulgate dicerie, si osservò, dissi, che dalla vigna Candiani fino a' boschi Ramascioni l' inalveazione del torrente di Tradate mantenevasi tuttavia in buonissimo stato; e che le arginature più gelose sulla sponda sinistra, massimamente in quel tratto delle medesime, dove si erano fatte trasportare l' anno avanti in distanza di due braccia dalle rive stabili, non erano state corrose da tante piene del torrente, eccettuate sole 90. braccia delle medesime misurate sul posto, per la percossa, che vi fa il torrente nel suo risvolto; e se ne registrò dal sig. Ingegnere l' annotazione, ed il facilissimo loro riparo. Del resto nell' estensione di più miglia non si notò da questo lato riparazione di momento. Dalla sponda destra meno interessante si riconobbe qualche affettamento di argini, e qualche corrosione nelle piegature dell' alveo, ma di poca conseguenza da questo lato. E chi dirà poi, che il carico della manutenzione sia insopportabile? Se non si figurassero cert' uni, che la manutenzione de' canali si riduca a far nulla da qui in avanti.

Ma ciò, che per la novità sorprese tutti, e disingannò alcuni in questa visita, si è quello, che qui riferirò. Tratto tratto, com' è costume, si facevano le annotazioni de' risarcimenti da farsi. In fine dal confronto di tutte risultò al sig. ingegnere Besana, il quale, per la nota sua sincerità, e veracità, lo disse a tutti palesemente, risultò dissi, che molto maggiori, e più moltiplicate di numero erano le corrosioni delle arginature dal ponte nuovo di Tradate fino alla vigna Candiani, dove l' alveo del torrente è larghissimo, e quasi retto di quello che fossero le corrosioni nel secondo tratto molto più angusto, e tortuoso d' inalveazione fino a' boschi Ramascioni; ciò che apparirà dalla sua relazione. Da questo fatto notissimo si possono dedurre molte buone regole, ed osservazioni per comune disinganno. La prima è, che il soverchio allargamento del letto de' torrenti, non che impedire le corrosioni delle rive, vi concorre anzi moltissimo, come si vede accaduto qui; perchè in un letto troppo

spazioso, accrescendosi le deposizioni, ed il riempimento, ed alzandosi qua, e là molti dossi di ghiaie, e d'arene, il torrente è costretto a serpeggiare, e ad urtare, e per conseguenza a corrodere in più luoghi le rive; laddove in un letto, dove vi decorra incassato, spiana ugualmente il suo fondo.

La seconda osservazione vantaggiosissima fatta in questa visita, su quella d'un maggior profondamento, dove d'un braccio e dove molto più, in tutto questo tratto il più pericoloso pe' traboccamenti nel Gardaluso vicino, dalla vigna Candiani fino alla strada di Locate; a segno che la disposizione del torrente a sempre più qui profondarsi ci fa sperare, che nel progresso non si avrà più bisogno di ricorrere alle arginature per sostenere le sue piene; laddove in tutta quella parte d'alveo già prima costrutto dal ponte di Tradate fino alla vigna Candiani di molto maggiore ampiezza, non s'è finora osservata depressione di qualche momento. E questo stesso sperimento degli effetti delle piene de' due passati anni dimostra chiaramente, che la forma dello scavamento, e della moderata larghezza sul fondo, che qui s'è voluto dare al torrente, dee preferirsi a quella molti anni prima praticata da altri nel tratto superiore; mentre l'oggetto primario di tutte le inalveazioni de' torrenti, si è sempre quello di disporle in tale attitudine, che da se si scavino il loro fondo; e l'unico male da temersi ne' loro corsi è il riempimento dell'alveo, ed il suo alzamento. A questo disordine, quando si permetta, non si troverà giammai riparo nè di alte arginature, nè di nuove dilatazioni di letto. Il torrente rialzato continuamente di fondo, sormonterà sempre le arginature, nè potrà contenersi nell'alveo, quantunque viepiù ampliato. So, che la pratica consueta d'alcuni m'è contraria: ma verrà tempo, quando cessato l'ingombro delle passioni, e delle contradizioni d'oggidì, si giudicherà delle cose col solo lume delle vere osservazioni.

Ma, se è così, che faremo noi adunque di queste arginature già descritte dal Fontanile di Tradate malamente formate, e peggio situate, ed a qual partito potremo appigliarci? Il rifarle tutte da capo per trasportarle nella prescritta distanza dalle rive, e per sì lungo tratto di due miglia, sarebbe una spesa di eccessivo carico. Io penso di ridurre questo affare ad un provvedimento assai comportabile, e da non potersi ricusare giustamente, e dico così. Le arginature della sponda destra non sono tanto importanti per rapporto all'unione de' tre torrenti, che è lo scopo di questo Piano, e della salvezza della Provincia; queste adunque si conservino in quello stato mediocremente buono, in cui già si sono trovate. Quanto a quelle della sinistra riva, e sino alla strada di Locate, o queste sì che richiedono una più vigilante manutenzione; e però ogni qualvolta rovesciato

fosse, o corroso un qualche tratto d' argine, si rifaccia prestamente, ma in distanza di due, o tre braccia dalla riva; ed in questo allontanamento si abbondi piuttosto, massimamente ne' siti di qualche risvolto, dove compito l' arco della corrosione, il torrente non si avanzerà più. Nè dee parere grande intrapresa questa, che praticamente si riduce a pochi tratti dell' arginatura sinistra, come già s' è osservato. In fatti nella visita di quest' anno, dopo tante piene, non s' è notato altro rifacimento d' argini, che quello di 90. braccia; ciò che può dirsi un nulla in paragone d' una arginatura distesa per due miglia. Con questa economia di manutenzione, e progresso d' allontanamento di argini, l' alveo acquisterà una maggiore dilatazione sul piano delle stesse basse rive stabili, senza necessità d' altre spese, con un allargamento nocivo sul fondo, come si vorebbe da cert' uni.

Ma intanto mi si opporrà, che in questo frattempo le piene non si potranno contenere in questo tratto, e trabboccheranno dalle arginature. Rispondo, che se questi traboccamenti non si sono veduti prima che il torrente si scavasse il fondo, molto meno seguiranno, poichè già è fatto un abbassamento di fondo per più d' un braccio ragguagliatamente. E poi ad un qualche semplice alzamento d' arginatura; la quale abbia sofferto affettamento, come sempre accade, si darà pronta la mano ancora da' vicini possessori a difesa de' loro seminati, e delle vigne. Ed appunto nell' ultima visita s' è notata l' industria di alcuni pochi. A loro imitazione succederanno altri meno vigilanti; perchè alla perfine l' interesse è il più acuto sprone anche de' più neghittosi; molto più che agli agricoltori, i quali sono sul posto, non è poi un gran che l' accrescersi difese con alquante badilate di terra buona, e fortificarsi l' argine con folti piantamenti, e con soda corteccia di gramigne, la quale è il più valido resistente alle corrosioni. Onde non v' è luogo a disperare una miglior forma, e solidità di queste arginature alla sinistra del torrente.

Mi diranno li vicini agricoltori, che tutte queste operazioni apparterrebbono di ragione a chi ha il peso della manutenzione. Rispondo essere ciò verissimo; ma però con molta limitazione, e nei termini di quel solo dovere, che risguarda la pubblica utilità. Il fine di questa manutenzione non è di preservare una vigna, un campetto situato alle rive del torrente; ma l' oggetto vero, ed unico è la separazione de' torrenti, e l' indennità d' interi, e vasti territori. A questo grande scopo mirano le premure della manutenzione. Che se poi nel suo passaggio il torrente abbatte alla destra un piccol tratto d' argine d' una vigna infelicemente situata, se corrode il piede d' una siepe, se da qualche argine un po' depresso trabocca sopra alquante pertiche di terreno; non è ciò un disordine, al quale non possa di leggieri porre riparo un qualunque privato possessore. Nè per sì

poco si sarebbe giammai posta mano ad un Piano cotanto dispendioso. Ad ottenere un corso affatto innocentissimo, sarebbe d' uopo, che il torrente s' incassasse tra rive di porfido, o di macigno durissimo. Ma questi pensieri sono vere poesie; nè umanamente possono aspettarsi provvidimenti cotanto minuti in un sì vasto sistema di parti; e questi debbono lasciarsi all' industria de' particolari padroni, a norma dello stabilito regolamento, e con ciò parmi di poter calmare le querele di alcuni, i quali non sono mai contenti de' ripari fatti al contorno delle loro vigne. Ed acutamente disse taluno a tal proposito in occasione della visita, che le muraglie di teppe, ed altri ripari a certa vigna, la quale riceve il primo urto dal piegamento del torrente, forse non sono proporzionali al prezzo della medesima.

CAPITOLO IV.

Del terzo tratto d' inalveazione del torrente di Tradate dalla strada di Gallarate fino all' ingresso de' boschi Ramascioni.

Dalla strada di Gallarate fino all' ingresso de' boschi Ramascioni posti nel territorio di Gorla maggiore, per il tratto di braccia 3510, si è proceduto nel nuovo cavamento con quest' ordine, che fino all' ultimo inferiore risvolto, molto al di sotto della cassina Cipollina, s' è dato al torrente la larghezza di fondo di braccia 9, e la profondità di braccia 2. ragguagliate con la solita pendenza delle due metà del fondo dal piede delle rive verso il mezzo, e col prescritto sostegno delle arginature per 2. braccia distanti dal ciglio delle rive; ciò, che poi non s' è eseguito. Ma da quest' ultimo piegamento fino all' ingresso de' boschi Ramascioni si è andato diminuendo la sola larghezza del fondo, prima ad 8, poscia a 6, ed a 4. braccia, ritenute però le distanze, e le altezze delle arginature per difesa delle campagne. Perocchè in questo tratto cominciano appunto le grandi diramazioni del torrente ne' vicini boschi, e segnatamente ne' boschi Ramascioni attraversati dal medesimo torrente, il quale va qui a consumarvisi quasi interamente. Or il maggiore ristringimento, che qui si dà alla larghezza nell' alveo, corrisponde alla diminuzione del corpo d' acqua, che il torrente va facendo per mezzo delle moltiplicate diversioni; e questa è una rilevante cautela, d' avvertirsi in somiglianti condotte di canali de' torrenti, acciocchè fino all' ultimo loro finimento le acque decorrano in sezioni sempre proporzionali alla loro quantità, e per conseguenza obbligate a tenersi unite in un alveo più ristretto, per non iscemare ad esse la forza di spignere innanzi le materie.

In tutta questa descrizione si è tenuto l'andamento dell'alveo vecchio; nè in ciò s'è fatta variazione alcuna. D'un solo antichissimo difetto può incolparsi, però cotesto corso del torrente. Passata la cassina Cipollina per breve tratto, va esso furiosamente a battere in un durissimo risvolto ad angolo retto, armato perciò anticamente di grossi macigni, donde il torrente torcè violentemente il suo corso alla sinistra. Or questo improvviso torcimento è cagione, che quivi la gran sabbia, che seco si conduce il torrente, s'arresti in parte, e s'impedisca ancora il libero scorrimento della medesima dal piè della cassina Cipollina.

In fatti l'esperimento delle passate piene ha già dimostrato, che il fondo del torrente in ogni altra parte di quest' ultima inalveazione si è di molto profondato, eccettuatone questo brevissimo tratto dalla cassina Cipollina fino al mentovato angolare piegamento, dove, anzichè scavamento di fondo, si vede interrimento, ed alzamento per quasi un braccio.

Vero è, che un tale alzamento di fondo niente dà a temere; perchè ha sempre avuto il suo punto fisso, e termine invariabile fino da' passati tempi nella stessa misura, come si scorge da' fondamenti della Cassina, li quali formano le rive dell' alveo; e ciò che dee notarsi, dal detto piegamento all' ingiù, il profondamento dell' alveo si è fatto sempre maggiore, ed uniforme per più d' un braccio ne' due precedenti anni, ne' quali vi si è introdotto interamente il torrente. Onde cotesto interrimento, che si osserva in sì corto spazio, non è altro che un semplice effetto accidentale dell' angolare piegamento, e non ha influenza nociva nè al di sopra, nè al di sotto dell' alveo, il quale d' anno in anno si va scavando viepiù.

Mi si dirà, che troppo misera è la condizione di questa cassina Cipollina, la quale si vede decorrere furiosamente il torrente fino al piè delle sue muraglie. Ma qui non posso altro rispondere, fuorchè col solito proverbio, che misero è quell' uccello nato in cattiva valle. Antichissima è la situazione infelice di questa abitazione sulle rive stesse del torrente. A renderla indenne da qualsiasi danno da' signori Interessati s'è fatto, e s'è speso quanto si poteva desiderare da chi aveva a cuore una difesa, e la maggiore; ma in questo sito sarà sempre soggetta alle antiche vicende. Converrebbe o che i loro padroni trasportassero altrove la casa, o che il letto del torrente si trasferisse dai signori Interessati in altra parte. Nè l'uno, nè l' altro può sì di leggieri aspettarsi.

Imperciocchè nella prima visita dell' anno 1758. si trattò di proposito, e si esaminò il problema, se dalla strada di Gallarate fino ai boschi Ramascioni convenisse rettificare quest' ultima parte d'inalveazione tortuosa per la lunghezza di più d' un miglio. Ma a questo

partito s' affacciarono tosto sì gravi difficoltà, che non era in balía degli Architetti il poterle superare. Il taglio della nuova rettificazione doveasi fare per mezzo a vigne, e seminati, con rilevante spesa nella compera di que' terreni, e nell' intero nuovo cavamento. La congregazione de' signori Interessati non era disposta a comperare a sì caro prezzo il vantaggio d' un rettifilo, massimamente in quest' ultimo tratto d' inalveazione tortuosa, ove il torrente già decorre incassato, e sostenuto da rive ferme, ed ove già cessa il pericolo di sviamento del medesimo nel Gardaluso. Si prevedevano in oltre i contrasti, e le opposizioni de' particolari possessori alla *novità di* questo corso; laddove nell' andamento antico del torrente, e nel suo ristabilimento non vi aveva luogo a querela ragionevole.

Per tutte queste ragioni si videro allora obbligati a non dipartirsi dal corso antico, molto più, perchè molti torcimenti si potevano di leggieri raddolcire; e quanto a quello il più crudo al disotto della cassina Cipollina, non mancava il suo rimedio di solcare di tanto in tanto coll' aratro il fondo, ivi alquanto rialzato, acciocchè sopraggiungendo le piene, con molto minore contrasto, e resistenza trasportassero il terreno recentemente smosso, od almeno *impedissero* ulteriore alzamento. Questa pratica è usitatissima in altri paesi, e con ottima riuscita è stata altre volte proposta da Vincenzio Viviani, da Alfonso Borelli, e da altri più saggi Idraulici.

Quanto poi alla pretesa rettificazione di tutto l' alveo dalla vigna Candiani fino all' ingresso de' boschi Ramascioni, parmi di avere già ampiamente soddisfatto a certuni nella Dissertazione *preliminare al lettore*; nè mi rimane luogo a dirne di più. Sebbene la *migliore di tutte* le ragioni si è, che in cento altre deliberazioni umane ognun vede l' ottimo, e qual sia, e dove; ma altro è desiderarlo, altro è avere di presente le forze per conseguirlo. E quante volte siam forzati a rimanercene contenti d' uno stato mezzano? Qui il torrente non si è incamminato a bello studio in un canale tortuoso, no; ma si è restituito a quell' antico alveo, dove si è contenuto per anni duecento senza giusta querela de' vicini. Ho detto *giusta*, perchè so, che tutti vorrebbero vederselo assai lontano. Or il rimettersi a vecchi stabilimenti non è un partito da disprezzarsi, quando ci mancano i mezzi di eleggere altra migliore inalveazione. Si rifletta ancora, che le tortuosità a' torrenti pur troppo sono famigliari; nè per tutto ciò questi si veggano disalveati; ma si conservano eternamente. In terreno poi sabbioso, fragile, e di nessuna consistenza le rettificazioni de' torrenti sogliono essere sempre di cortissima durata, come ho dimostrato in altra mia scrittura della rettificazione del fiume *Oglio*. Ond' è che non dee ora accusarsi la deliberazione qui presa, consigliata dalla necessità, ed approvata dall' esperimento dell' antico corso del

torrente. In fine chi volesse una volta per sempre scapricciarsi in questo genere legga la famosa lettera, e risposta del gran Galileo al sig. ingegnere Bartolotti intorno alle tortuosità del fiume Bisenzio. Passo ora a ragionare di quelle provvidenze, le quali si eran progettate nel vastissimo giro de' boschi Ramascioni.

CAPITOLO V.

Della grande arginatura di tutti li boschi Ramascioni distesa per il circuito di braccia 12000*; e se questa sia inutile, e forse nociva.*

Ne' capitoli dell' Appalto erasi inserita, e descritta cotesta grande arginatura con queste parole: *Nelle brughiere di Gorla maggiore, Rescalda, e Mozzate, all' intorno de' boschi Ramascioni, e Mirabello, ed in que' siti, li quali verranno in atto di consegna indicati, dovrà l' Impresario fare un argine di terra lungo in giro braccia* 12000*, largo nella radice braccia* 8 *ed in sommità braccia* 4*, alto ragguagliatamente braccia* 2*, il quale dovrà essere continuamente tutto unito, e sotto linee rette ec.*

Il fine al quale rivolsero li signori Architetti una sì grande operazione, e manifattura d' argini, non può essere che lodevole. Considerarono eglino che tutta la stesa de' boschi Ramascioni sarebbe con ciò riuscita un grande ricettacolo delle piene, capacissimo a contenerle tutte, quando le acque potessero sostenersi in notabile altezza, a guisa di lago. Ma fattomi ad esaminare più addentro il vantaggio d' un partito tanto dispendioso, vi ho scoperto tali, e tante eccezioni, che ne ho sconsigliato l' esecuzione per le seguenti ragioni.

I. Già la sperienza di due anni ci ha insegnato, che lo spandimento del torrente, ed il suo consumo in massima parte fassi già egualmente al presente senza le anzidette arginature; e l' ultimo avanzo delle piene al fine de' detti boschi può con piccola manifattura diramarsi in altre contigue, e vastissime brughiere di Gorla maggiore, Gorla minore, Prospiano, Rescalda ec.; appunto come già praticano tutti i padroni particolari delle altre brughiere di questi contorni, per ridurle all' imboschimento. E le strepitose piene de' due precedenti anni ci hanno abbastanza assicurato, che la mentovata arginatura non è necessaria a contenere queste acque, le quali già per canali manofatti attraverso dei boschi si diramano, e si dilatano per ogni lato.

II. Chi vorrà promettersi, che fatta che siasi una sì lunga arginatura, non sia tosto tagliata, e spianata in varie parti da' paesani

medesimi, a fine di dare lo scolo a' boschi, ed acciocchè l'acqua lungamente stagnante, non riesca nociva agli stessi piantamenti, come suole accadere? In tal caso che prò se ne trarrebbe da una sì grande spesa d' arginature nel giro di quattro miglia?

III. Tutto questo gran circuito, ove si dovrebbero alzare gli argini a contenervi le acque stagnanti, io ritrovo che è di livello inegualissimo. Ognuno sa, che le acque si adattano ad un comune livello, al quale debbono conformarsi gli argini, e le loro altezze; onde differentissima riuscirebbe l' altezza delle arginature in diversi irregolarissimi livelli di questi piani. Or ciò, che mi ha fatto maraviglia nella citata descrizione di queste arginature, si è, che non trovo che qui siasi fatta alcuna livellazione, prima di prescrivere a queste una ragguagliata altezza di braccia 2; ma a chi passeggia solamente per il contorno di questi boschi, dove si è segnata nel disegno la linea delle arginature per il tratto di quattro miglia, apparisce tosto la grande disugnaglianza di questi piani, li quali ove si abbassano in valli, ed ove sorgono in dossi. E quando si volesse condurre la sommità di queste arginature sotto la medesima linea orizzontale, sarebbe d' uopo con immensa spesa per molti tratti portare il colmo delle arginature fino all' altezza di braccia 16, e più ancora; nel qual caso non hanno più luogo tutte le altre dimensioni prescritte ne' capitoli.

IV. Ma poi diasi per fatto tutto ciò, e sostengansi le acque al colmo delle arginature: che ne avverrebbe? Quanto sarebbe facile, che in una straordinaria piena quelle sormontassero l' argine in qualche sito un pò più depresso o per il passaggio de' carri, o per altro accidente? o che dal peso delle acque si rovesciasse una parte d' argine meno resistente? Ed allora sboccando tutte improvvisamente da un solo fianco, quale violenta irruzione farebbono nelle vicine campagne? Oltre di che, quale durata noi potremo presagire a coteste arginature interamente abbandonate alla discrezione de' contadini, li quali ne farebbono quell' uso, che tornerebbe meglio a' loro interessi, senza badare alla difesa de' vicini? Conchiudo adunque, che un sì lungo giro di continuate arginature o sarebbe inutile, od anche nocivo a' confinanti.

V. Ma fingiamo che niente sia il fin qui detto: fingiamo che cotesta immensa arginatura sia di valida difesa a tutti i territori adiacenti dalle irruzioni del torrente di Tradate: qui si cerca, a chi apparterebbe il carico di tanta spesa? A' possessori superiori, nò. A questi basta il ripararsi dal torrente, come suol dirsi in casa sua, cioè ne' loro territori; e lo hanno fatto con società di comuni spese. Ma cotesti boschi Ramascioni, dove va a consumarsi il torrente, appartengono ad altri territori; pare giusto adunque, che li

possessori inferiori o si facciano nelle loro terre i ripari convenevoli, o si uniscano co' possessori superiori nella stessa società di spese comuni; molto più, dicono eglino, perchè qui non si è fatta novità dall' antico stato, non si è dato al torrente nuovo corso, ma si è restituito interamente all' antica inalveazione, e termine ne' boschi Ramascioni.

VI. D' un solo provvedimento, che parmi assai necessario per l' indennità delle vicine terre farò qui menzione. Forse questo mio cenno potrà risvegliare l' attenzione de' confinanti a farne buon uso. I boschi Ramascioni attraversati dagli avanzi del torrente già diviso superiormente in tante diramazioni, vanno a terminarsi in un piano assai depresso di brughiere, le quali in certi siti si avvallano, per dove potrebbero incanalarsi le acque a' danni de' campi coltivati. Qui è, dove riconosco essere spediente, che con piccole arginature, o come volgarmente dicono, terroni, si attraversino queste vallette fino dal loro incominciamento, quanto basta a promuovere lo spandimento degl' avanzi del torrente per le contigue, e distese brughiere. Così un po' d' industria di moltiplicare le diversioni in varie parti di queste incolte pianure, si otterrebbe un intero consumo di queste acque, molto prima che gli ultimi loro scoli si conducessero nel territorio di Rescalda. Ma tutti que' provvedimenti, li quali dipendono dalla cospirazione di molti, sogliono essere lenti assai, e riservati al tempo. Imperocchè io qui trovo una strana varietà d' interessi. Altri aspettano, che il vicino si muova a far egli, e con suo dispendio, quel riparo, che sarebbe giovevole a tutti. Altri hanno per fine d' impedire lo spandimento, e consumo delle acque su questi piani, per non danneggiare la raccolta del brugo, che vi morrebbe; e però permettono volentieri, che le acque si facciano canale, e si conducano in altre parti, dove sarebbe bene l' impedirne anticipatamente il trascorrimento.

In fatti, quando nell' Ottobre dell' anno passato 1761. si fece la visita, per deputazione di S. E. il sig. Conte Ministro Plenipotenziario, si riconobbe da tutti, che il torrente di Tradate quasi interamente consumavasi ne' boschi Ramascioni, e che dal fine di questi fino al territorio di Rescalda vi erano interposte amplissime brughiere di alquante miglia quadrate, capaci di per se a consumare l' intero torrente, non che gli ultimi avanzi; ma si osservò da tutti allo stesso tempo, che qui, anzichè procurare lo spandimento con piccoli canali di diversione, si permetteva, che le acque s' incanalassero verso Rescalda, con lasciare asciutto tutto il piano delle brughiere. Non per tanto da' possessori del luogo, più volte interrogati, s' intese, che da questi ultimi scoli del torrente di Tradate il territorio di Rescalda non ne aveva ricevuto il minimo nocumento;

ma nondimeno furono avvertiti a procurarsi un più regolato spandimento superiore sulle brughiere, pel caso d' una straordinaria escrescenza.

PARTE QUARTA.

Della diversione del torrente Gardaluso dal congiungimento col Bozzente.

CAPITOLO I.

Con quali massime siasi proceduto nel determinare la linea di diversione del torrente Gardaluso.

Noiosa a chi legge, ed inutile cosa al fine inteso sarebbe, se io per minuto esporre volessi tutti li vari pensamenti intorno alla scelta di questa linea di diversione, la quale è una delle primarie operazioni del proposto piano di riparazione. Io preferisco quella, la quale penso essere la migliore di tutte. Ma perchè da chi legge si comprenda la difficoltà di questa nuova inalveazione, e lo scopo, che dee aversi, e l' utilità, e la sicurezza; farò in questo capitolo un semplice cenno di quelle generali regole, e considerazioni, le quali voglionsi avere nella inalveazione del Gardaluso.

I. Egli è evidente che la separazione di questo torrente dal congiungimento col Bozzente non può farsi per mezzo di un nuovo alveo, il quale lo conduca a scaricare le sue acque in qualche fiume, che qui non abbiamo idoneo al fine di aprire uno sbocco al torrente. Anzi si dee por mente di tenerlo gelosamente lontano da qualsisia trascorrimento nel fiume Ollona poco distante, per cautela de' suoi mulini, e delle sue irrigazioni. Adunque ci converrà separatamente condurlo a spandersi, ed a sboccare in brughiere, e boschi, e terreni incolti di tanta estensione, quanta è d' uopo per contenere ogni sua piena, senza pericolo che trascorra ne' seminati. Ed appunto le vaste brughiere, e boschi di Cislago, di Carbonate, di Mozzate, ec., le quali comprendono alquante miglia quadrate di estensione, sembrano capacissime dell' intero spandimento.

II. Ma per ottenere una dilatazione universale su questo piano, si richiede, che il termine del canale di diversione sia la parte più alta delle stesse brughiere, donde il torrente possa dividersi in molte diramazioni. E questo sarà un punto fisso, e determinato, da cui dipenderà la cadente del fondo, la quale si dee preparare colla regola da dirsi fra poco.

III. Egli è adunque necessario, che il principio della diversione

del Gardaluso si determini in un punto di tale altezza, donde la nuova inalveazione abbia una continuata, e grande pendenza al termine della diversione, cioè allo sbocco sopra il piano più rilevato delle brughiere, e de' boschi.

IV. A ben disporre il nuovo scavamento, si tenga per massima di dare all' alveo tale larghezza, profondità, e pendenza, che il torrente vi si tenga incassato in ogni combinazione di stati d' acque alte, mezzane, e basse, come si è dimostrato di sopra per rapporto al corso, ed al letto di tutti i torrenti; che vuol dire in somma, doversegli preparare quel medesimo alveo, ed in quelle medesime misure, sulle quali glielo stabilisce col tempo la natura; al che gioveranno le osservazioni dell' alveo vecchio.

V. Per descrivere questa cadente colla necessaria pendenza, dice ottimamente il sig. Eustachio Manfredi nel capitolo ultimo della risposta alle ragioni de' signori Ceva, e Moscatelli, *che non vi può esser miglior regola, che l' osservazione di quel medesimo fiume, o torrente, che si vuol divertire; mentre essendo costante esperienza, che diversi fiumi hanno diverse pendenze, e che ciascuno ha la sua particolare determinata dalla natura, nè essendovi alcuna sicura regola per definire quanta ella debba essere in ciascun torrente, o fiume, altro non rimane per saperla, che consultare il fatto medesimo, coll' osservazione del fiume, di cui si tratta*. Adunque si faccia da prima un' esatta livellazione del vecchio cavo Gardaluso, dove corre incassato tra rive stabili, e dove si mantiene scavato il fondo senza notabile alzamento; e questa livellazione sarà la norma di quella pendenza, che dovrà darsi alla nuova inalveazione. Solamente avverte il sig. Eustachio Manfredi, *che nel luogo, ove si misurerà la caduta del vecchio fiume, o torrente, egli non porti materia d' altra condizione da quello, che dovrà portare nel nuovo alveo; come se in questo dovesse portar sassi, o ghiaia, e la caduta si misurasse, ove egli non corra, che con terra od arena; mentre la diversità delle materie, diversifica notabilmente le cadute*. Sebbene trattandosi di torrente, sarà sempre il più sicuro partito d' abbondare piuttosto, che di scarseggiare nella pendenza.

Potrà forse parere strano a taluno, che nella delineazione d' una nuova cadente di torrente, o di fiume convenga procedere con tanta misura di cautele; mentre l' ordinario costume pare che sia quello di semplicemente congiungere con retta linea il punto della diversione col suo termine; ed accertata una tal quale pendenza di detta linea, pretendono alcuni questa essere la cadente del nuovo fondo; quasi che la natura fosse obbligata ad assettare il fondo con quella declività, che essi totalmente ad arbitrio vi assegnano, e che sarebbe diversa, se da altro sito del medesimo fiume, o torrente dessero

principio all' inalveazione; e non piuttosto toccasse ad essi di accomodare le loro idee all' esigenza della natura, cioè alla qualità del fondo, e delle materie, ed alla copia delle acque; mentre da tutte queste condizioni dipende la varietà delle diverse pendenze di ciascun particolare torrente.

VI. La qualità adunque delle materie più, o meno pesanti, che si conduce il torrente per qualche tratto, siccome richiede più, o meno di velocità per il loro trasporto; così obbliga, che alla nuova cadente diasi a questo fine pendenza proporzionale. E questa è una delle primarie avvertenze per isfuggire il riempimento del nuovo alveo. Imperciocchè si dee riflettere col sig. Guglielmini nella sua scrittura stampata sopra l' introduzione del Reno in Volano, si dee, dissi riflettere, *che i fiumi, e trorenti portano seco tre sorte di materia, cioè sassi, sabbia, e lezza, o sia terra sottilissima. I sassi non s' incorporano con l' acqua, ma sono spinti dalla medesima nel correre che fa con gran pendenza, e solo tant' oltre, quanto gli obbliga la pendenza dell' alveo, e la quantità dell' acqua, essendo la prima assolutamente necessaria; comecchè la copia dell' acqua sola, senza l' inclinazione del piano, non è capace a smuoverli. S' uniscono bene, o per dir meglio, si confondono con l' acqua la sabbia, e la lezza, le quali, come materie pesanti, non v' è chi non sappia, non poter essere sostentate da un fluido più leggiero, senza un' agitazione, od un moto di parti, che nell' acqua corrente non è altro che la velocità; ed è determinato in natura, abbenchè a noi non affatto noto, il grado di essa sufficiente a sostener sollevata nell' acqua la sabbia, e la lezza. E quindi altra velocità è necessaria per sostenere la sabbia grossa, altra per la più minuta, ed altra per la lezza, e secondochè si diminuisce il peso e la mole delle materie, altrettanto minore velocità è sufficiente per non lasciar deporre.* Fin qui il sig. Guglielmini.

VII. Da questa dottrina nasce, che la cadente necessaria per impedire le deposizioni, e l' alzamento di fondo nelle nuove diversioni de' torrenti, non viene, dice il sig. Guglielmini, sotto una regola generale, come pare, che talvolta abbiano supposto i Periti. Se il torrente del Gardaluso nel sito della meditata diversione non si conduce altra materia seco, che sabbia, e terra, di minore declività farà quivi bisogno; se grossa ghiaia, o sassi, dee studiarsi di dare alla cadente quel più di pendenza, e per conseguenza di portarsi più all' insù per trovarla; acciocchè la forza dello stesso corpo d' acqua, accresciuta dalla velocità, prevalga al momento del peso delle materie. E la più certa fra tutte le regole, per determinare una *tale* pendenza, sarà sempre la misura della caduta dell' alveo *vecchio*, in quel tratto dove il torrente si mantiene stabilito il fondo, non ostanti

le materie pesanti, le quali debbansi da lui spingere innanzi, uniformi a quelle della nuova inalveazione.

VIII. E qui si avverta diligentemente in qualsivoglia scavamento di torrente, o di fiume, che siccome la forza delle piene, in quanto concorre al trasporto delle ghiaie, non dipende dall' altezza sola della sezione, ma dalla mole dell' acqua moltiplicata per la sua velocità; così ad accrescere, e ad accelerare viepiù la velocità alle acque, vi concorre non solamente un maggior grado di declività del fondo in un tratto determinato, ma altresì tutta la caduta superiore fino dal suo principio. E per questa ragione, ove trattasi di condurre torrenti per nuovi cavamenti, conviene ponderare bene la pendenza totale, e ricordarsi di ciò, che acutamente nota il p. Grandi nell' esame della scrittura del sig. Ingegnere Rondelli. *Qui, dice egli, torna a proposito lo scoprire un equivoco, che spesso inganna quelli, che non hanno punto di teorica nelle operazioni de' fluidi. Sentono dire, che la velocità ne' gravi cadenti cresce in dimezzata proporzione dell' altezze; e citano su questo punto le dimostrazioni del Galileo, e del Torricelli, e le applicano all' altezza del corpo fluido dell' acqua corrente in vari canali, credendo che debba farsi più veloce il suo corso, in ragione dimezzata dell' altezza della sezione; quando li suddetti Autori hanno parlato unicamente dell' altezza presa dall' origine del moto, la quale sola può regolare la velocità de' cadenti, e non hanno stesa la dottrina loro all' altezza, che ha la superficie dell' acqua dal fondo dell' alveo, la quale non può per se stessa cagionare maggior velocità, quando non sia maggiore di tutta la caduta dell' acqua; come con varie sperienze, e ragioni ha dimostrato espressamente il Galileo medesimo, e poscia il Guglielmini ec.* Se adunque la livellazione dello sviamento del Gardaluso fino al suo termine ci presenti una tale, e tanta caduta, quanta richiedesi al continuo trasporto delle ghiaie, la qual cosa delle condotte de' torrenti è sempre il primario oggetto; allora da cotesta nuova inalveazione potremo prometterci stabilità senza timore di riempimento, e pericolo di traboccamento..

IX. Aggiungo ancora un' altra regola degna di grande considerazione, ogni qual volta si progettano simiglianti diversioni; ed è, che in parità di tutte le altre circostanze di qualità di fondo, e di materie pesanti, la sola disuguaglianza del corpo d'acque di ciascun fiume, o torrente richiede una proporzionale pendenza sua propria; cioè più grande in quelli, che hanno meno acqua, e minore in quelli, che ne hanno più. Così osserva il Guglielmini, che il Po ha poche once di pendenza per miglio; più assai ne ha il Reno, ed anco più altri minori fiumi, e torrenti, e li piccoli canali de' mulini ne richiedono tanta, che non possono mantenersi, se non che con iscavamenti

continui. Di questa legge di natura abbiamo una prova indubitata nel paragone delle livellazioni fatte negli alvei antichi de' tre torrenti. Il Bozzente, siccome quello, che è di portata d'acque il doppio maggiore di ciascuno degli altri due torrenti, così egli s'è fatta una molto minore pendenza rispettivamente; e fu osservato che questa s'accostava alla metà di quella, la quale o dal Gardaluso, o molto più dal torrente di Tradate erasi costantemente mantenuta.

Dopochè l'Architetto avrà consultate tutte queste regole per determinare la pendenza di ciascun torrente, tenga per fermo, che il metodo più sicuro si è quello del paragone della declività, la quale si è di già formata il torrente medesimo nell'alveo vecchio, e nelle stesse circostanze di qualità di fondo, di materie pesanti, e d'altezza della caduta presa dall'origine del moto. Imperciocchè chi potrà bilanciare tutte, ed indovinare quanto l'una all'altra prevalga, senza la prova del fatto? Troppo recondito è questo esame, al quale non procedano i lumi, e gl'insegnamenti dello stesso torrente. Si può errare per difetto, o per eccesso, e sempre con pericolo. In fatti osserva il Guglielmini in più luoghi, che tutti gli alvei de' fiumi, e dei torrenti hanno una certa pendenza, della quale non si saprebbe dirne il perchè; ed è tanto loro propria, dic'egli, che perdendola, immediatamente la riacquistano colla deposizione delle materie nel fondo superiore; ed acquistandosene, o dandosegliene di vantaggio, ben presto lasciano il superfluo con lo scavamento dello stesso fondo.

So, che ad alcuni pratici parrà o strana, o soverchia tanta scrupolosità nella scelta della pendenza di ciascuna diversione; ma riflettasi, che la natura delle acque è inesorabile *nelle sue leggi; e chi* non la studia sottilmente, o la trascura, erra sempre nella teorica, e nella pratica.

CAPITOLO II.

Da qual principio, ed a qual termine, giusta le prescritte cautele, siasi stabilita la linea di diversione del torrente Gardaluso.

Da uno sbocco del Gardaluso, alquanto sopra del Lazzaretto di Locate, per retta linea di trabucchi 1183. fino al principio delle brughiere di Cislago, verso certo sito denominato *delle Pioppette*, si è ritrovata colla livellazione una pendenza la più uniforme al vecchio cavo, ed anzi maggiore, calcolando la pendenza di tutta la caduta superiore a questo sito; e però da questo punto, e su questa linea si è fissato lo sviamento del Gardaluso.

Nel primo tratto del nuovo cavamento di trabucchi 390, in terreno coltivato se gli è data una larghezza di braccia 12, e la massima pendenza di once 43. per ogni 100. trabucchi; acciocchè il fondo del nuovo alveo potesse scavarsi per 4. braccia sotto il livello del più basso terreno di Carbonate; ed inoltre si è ordinato, che con la terra di scavamento, od altronde trasportata, si formasse un' arginatura così alta, e soda, che non potesse sospettarsi pericolo di minimo traboccamento, anche nel caso di qualsivoglia straordinaria escrescenza, la quale, attesa la gran pendenza, e velocità in questo sito, non potrà alzarsi dal nuovo fondo, che all' altezza di due, o di tre braccia.

Na secondo tratto di trabucchi 792, dove si rialza l' orizzonte de' terreni adiacenti, si è regolato il cavamento in modo, che, come la larghezza di braccia 10, così la pendenza insensibilmente si debba scemare, cioè sul principio la declività è d' once 40, poscia di 35, e di 36, e finalmente di 27. per ogni 100. trabucchi; e ciò con la medesima proporzione, con cui le diramazioni del torrente si vanno moltiplicando, e ristringendo le sezioni dell' alveo. Imperocchè, come si è avvertito nelle regole del precedente capitolo, la velocità delle acque del torrente in quest' ultimo tratto non dipende solamente dalla pendenza di ciascuna sezione, ma dalla origine della caduta di tutto l' alveo, e dalla declività molto maggiore delle acque superiori, le quali premono sul collo alle susseguenti, e le incalzano. Ond' è, che le restanti acque, allo sboccar che fanno, e spandersi sul piano delle brughiere, vi entrino con velocissimo movimento, il quale è necessario per dissipare le pesanti materie.

Ma, ritornando al primo punto dello sviamento del Gardaluso, dove ha un' ottima intestatura d' alte rive, si avverta, che lo svolgimento del torrente percuote la sinistra sponda, dov' è situata la chiusa, la quale taglia l' antico corso; onde sarà espediente di munirla di qualche sprone, o respingente, e con un forte muro di ceppi continuato per 60. braccia, acciocchè si sostengano le acque nella prima introduzione al nuovo rettilineo cavamento.

Immediatamente alla sinistra parte, ove piega l' antico alveo del torrente verso Carbonate, si stabilirà la chiusa, e la terra del vicino scavamento, si gitterà alle spalle della medesima. Quivi si darà principio alla nuova inalveazione, la quale si proseguirà fino ad intersecare la strada Varesina, alquanto di sopra di Carbonate, dove si costruirà il nuovo ponte.

Dalla strada Varesina si prolungherà il cavo in distanza di trabucchi 7. da una casa rusticana, denominata *del Però*, sul confine fra Locate, e Carbonate; e poscia si condurrà attraverso la strada Mezzanella, donde con piccola, ed insensibile piegatura il nuovo cavamento

entrerà sulle brughiere più alte di Carbonate, e quindi su quelle di Mozzate, e gradatamente diminuendosi il cavamento, e l'altezza delle sponde, porterà finalmente l'ultimo sbocco al principio delle brughiere di Cislago al di sotto delle Pioppette, con uno spandimento di dieci, e più mila pertiche tra brughiere, e boschi.

La durata del colmo d'una massima piena del Gardaluso è di mezz'ora, o poco più; e lo stato successivo di crescere, e di decrescere non oltrepassa le ore cinque. Or chi dubita, che una sì vasta estensione di superficie non possa consumare qualsisia piena del Gardaluso, con l'esempio d'altri torrenti maggiori, li quali si spandono in superficie assai minore. E molto più quando dall'industria degli abitatori si farà buon uso della bonificazione delle acque, e si pianteranno boschi circondati da' suoi arginetti, e si faranno infinite altre diramazioni da ciascuno su' propri fondi.

La sperienza delle piene de' due anni precedenti ci fa già un sicuro pronostico dell'ottima riuscita di questa nuova diversione del Gardaluso, e ne riferirò gli effetti.

I. Il torrente in tutto il tratto della sua nuova condotta, anzichè alzarsi di fondo, se lo ha profondato maggiormente; ciò che ci assicura, che ben lontano è il pericolo del suo riempimento di materie, e quindi di traboccamento ancora, per dove passa ne' terreni coltivati di Carbonate.

II. Fino allo sbocco del nuovo alveo sulle brughiere veggonsi trasportate le ghiaie più grosse, e pesanti, le quali quivi non si fermano, nè si ammucchiano, ma di mano in mano si vanno spargendo, e dilatando ne' piani de' boschi, e di tutte le altre diramazioni. Questo effetto dimostra, che non ostante le successive diminuzioni del corpo d'acque, la pendenza dell'alveo sulle brughiere è tale, e tanta, che da se sola basta a mantenere la velocità alle acque, e la forza al trasporto delle materie, senza permettere deposizioni nocive al suo sbocco.

III. Anzi il successivo profondamento del fondo si è devuto frenare presso lo sbocco con una briglia, o sia trave attraversante l'alveo, al di sotto della bocca di Cislago; acciocchè ivi il torrente non si abbassasse di soverchio con iscemarsi la diversione fatta pe' boschi di Cislago.

IV. Tanto è lungi dall'interrimento, ed alzamento di fondo la nuova diversione, che in tutto il lunghissimo tratto di cave sulle brughiere per quasi due miglia, cioè del continuato scaricatore dalla bassa riva destra, converrà in progresso aver l'occhio di accrescervi altre briglie, acciocchè quivi non si scavi di più il suo *fondo*, e non si renda incapace la destra riva del traboccamento *delle* piene sulle broghiere; giacchè a questo fine appunto d'ottenere un

continuato, ed equabile spandimento, si è prolungato queste il cavo in una scarsa profondità.

V. Nell' esperimento delle piene de' due anni passati non è accaduta la minima irruzione su' terreni coltivati; ne potrà accadere giammai; perchè tutta la riva sinistra, la quale risguarda le campagne di Mozzate, di Carbonate, e di Gislago, si è munita d' una continuata arginatura, da non potersi giammai sormontare dalle piene, le quali da tutta la contrapposta riva destra bassissima per il corso di due miglia hanno lo scarico, e traboccano successivamente sulle brughiere; e per conseguenza il torrente non può avere altezza maggiore dell' arginatura posta sulla sinistra sponda a difesa delle campagne.

VI. L' inalveazione si è mantenuta in quella rettitudine, che si era data al torrente sin dal principio, e senza svolgimento, o corrosioni irregolari di rive, e tortuosità; ciò che è un effetto della pendenza uniforme del fondo, e della resistenza del terreno, per dove decorre. Anzi le rive stesse in questi due anni si veggono già vestite di erbe, e di gramigne, e divenute più resistenti.

CAPITOLO III.

Se possa ragionevolmente dubitarsi, che gli spandimenti del Gardaluso sulle brughiere decorrano a nuovamente unirsi o col torrente di Tradate a destra, o col Bozzente nel cavo Borromeo alla sinistra.

L' inalveazione delle brughiere sul Gardaluso, dove hanno comminciamento gli spandimenti, è situata nel mezzo delle altre due inalveazioni, l' una a destra del torrente di Tradate pe' boschi Ramascioni, l' altra a sinistra del torrente Bozzente per il cavo Borromeo. La distanza del Gardaluso su queste brughiere da ciascuno degli altri due torrenti è dove d' un miglio, e dove di due; onde gli spandimenti laterali, e successivi del Gardaluso nel suo corso sulle brughiere, hanno una più che bastevole ampiezza per contenervisi. Ma procediamo innanzi con un dettaglio, che rappresenti più vivamente il fatto.

Il prolungamento del nuovo cavo del Gardaluso si è regolato in modo, che gli spandimenti sulle brughiere di Mozzate, e di Carbonate per il tratto di due miglia fossero continuati, ed uniformemente distribuiti dal traboccamento, che fa il torrente dalle basse rive poste a destra. Imperocchè, essendosi osservato, che quando dalla sinistra sponda fino alla cassina Visconti si permettessero traboccamenti irregolari, questi facilmente potevano trascorrere nelle vicine

campagne, si è prescritta la regola, che da Carbonate fino alle brughiere di Cislago la sinistra sponda munita fosse d' un argine continuato, per riparo delle campagne. La contrapposta sponda destra per il corso di quasi tre miglia, non è più alta dal fondo che d' un braccio, e mezzo sul principio, e poi d' un braccio, ed in seguito d' once 10, 8, 6, 4, fino ad un totale ragguagliamento col piano delle brughiere di Cislago. Or cotesta bassa riva di prolungamento del cavo per tratto lunghissimo fa le veci d' un continuato, e regolatissimo scaricatore di tutte le piene. Se l' escrescenza del Gardaluso è delle massime, e la sua altezza è di braccia 2, lo scarico comincia a farsi molto più di lontano; se la piena è mediocre, e non oltrepassa di molto l' altezza d' un braccio, proporzionale riesce lo scarico delle rive più basse; e ciò, che più rileva, in questa forma lo spandimento delle acque si stende in ogni parte di queste brughiere.

Dagli sperimenti delle piene del Gardaluso, accadute nell' anno scorso 1761, si è calcolato, che il torrente dalla sola sponda destra del prolungamento del suo cavo, consuma, e spande più di due terze parti delle acque sue; ed il residuo in parte è divertito dal cavo di Cislago, aperto sulla riva sinistra per irrigazione de' boschi, ed in parte si consuma nelle restanti brughiere.

Si è dubitato da cert' uni, se una sì grande diversione del Gardaluso dalla sponda destra del suo prolungamento sulle brughiere, potesse congiungere le sue acque con quelle del torrente di Tradate nei boschi Ramascioni. A questa dubitazione contrappongo la sperienza, e la ragione. In tutte le passate piene del Gardaluso non si è potuto notare il minimo segnale di trascorrimento delle sue acque in vicinanza de' boschi Ramascioni; e lo stesso si è confermato nell' ultima generale visita del passato Ottobre del 1761, ed anche la ragione dimostra non potersi fare un tal congiungimento di acque; perocchè dalla sponda destra del Gardaluso il piano delle brughiere è bensì molto declive verso i boschi Ramascioni; ma in vicinanza dei medesimi torna ad essere acclive, e la pendenza è anzi rivolta verso il piano inferiore della brughiera di Cislago, dove le acque del Gardaluso decorrono. Anzi, a fine di condurre queste acque a consumarsi nelle brughiere alquanto più vicine a' boschi Ramascioni, le quali si rimanevano in asciutto, dalla medesima sponda destra, quivi assai bassa, del Gardaluso si sono aperte tre derivazioni rivolte a questi medesimi piani più vicini a' boschi Ramascioni; e fino dalla prima visita dell' anno 1758. fu stabilito per massima, che dal primo ingresso sulle brughiere più alte di Mozzate, e di Carbonate dovevasi procurare qualche gran diversione al torrente dalla riva destra sopra il piano più rilevato delle medesime, acciocchè la piena tutta non caricasse verso le parti inferiori delle brughiere di Cislago, le

quali da una parte hanno la pendenza verso il cavo Borromeo. Ed a questo pericolo d'un qualche trascorrimento d'acque del Gardaluso nel cavo Borromeo, in caso di straordinaia escrescenza, fu bastevolmente provveduto fino dal tempo delle prime Relazioni del 1758, con ordinare nel sito superiore, *detto della Croce*, un taglio nella destra riva, quivi più alta, del Gardaluso, ed una gran diversione su questo piano di brughiere. Or di uno sfogo cotanto importante, ed anticipato, stabilitosi allora col solo riguardo della pubblica utilità, non si è eseguita fuorchè la sola apparenza; ne so il perchè; mentre questo sfogatore della piena s' incontra subito in un piano proporzionale di brughiere alla destra; nè, come s' è detto, possono inoltrarsi le sue acque a congiungersi col torrente di Tradate ne' boschi Ramascioni. Anzi s' era studiata da principio questa prima diversione alla destra, perchè piuttosto dal generale spandimento delle acque del Gardaluso sopra le inferiori brughiere di Cislago potevasi dubitare, che qualche parte delle medesime decorresse alla sinistra verso il cavo Borromeo, dove già s' è introdotto il Bozzente; e ne addurrò il fondamento. Le brughiere inferiori di Cislago, e di Geranzano attraversate sono da una strada assai bassa, detta di Gallarate, la quale conduce al cavo Borromeo, e verso cui ha la pendenza comune con il piano stesso d' una parte di queste brughiere. Or quanto sarebbe facile ad accadere, che queste acque, dilatate in copia maggiore su questi piani, e seguendo la naturale declività, s' avviassero su questa strada ad isboccare nel cavo Borromeo? E quantunque elleno fossero una piccolissima parte del torrente, dopo gli spandimenti superiori già riferiti, non pertanto porterebbero un qualche accrescimento al Bozzente.

Anche al pericolo di questo trascorrimento di acque si è trovato il riparo facile, e sicuro, e di già esperimentato in altre piene. In altezza di due, o di tre braccia, ed in lunghezza di cento, e dugento, e più braccia si è attraversata in molti luoghi la strada di Gallarate da arginature, le quali chiamano volgarmente terroni. Queste sostenendo le acque di semplice espansione, le obbligano a dilatarsi lateralmente sulle brughiere un po' più alte, dalle quali decadendo elleno di nuovo sulla strada, ed incontrando la seguente traversa, di bel nuovo si debbono rialzare, e spandersi; e così di mano in mano fino all' intero loro consumo. E di questo ottimo provvedimento se ne sono sperimentati già gli effetti nelle piene dell' anno passato, delle quali, dopo la costruzione delle medesime traverse, non s' è visto il minimo trascorrimento nel cavo Borromeo.

Sebbene mi si permetta, che nuovamente io il ripeta per zelo del pubblico bene, ad impedire interamente li trascorrimenti delle espansioni del Gardaluso nel cavo Borromeo alla sinistra, nel caso di qualche

massima piena, io consiglierò mai sempre, che si abiliti la mentovata superior diversione dello scaricatore denominato della Croce, progettato concordemente fin dal principio da tutti li Periti, ed ordinato con ispeziale decreto dell' Eccelsa Giunta. Questo erasi già cominciato ad iscavare nella riva destra del Gardaluso sulle brughiere di Mozzate, e di Carbonate, ma con tale avvertenza, che il fondo della bocca, e del canale non fosse più alto che d' once 8, o 9. dal fondo immediato del Gardaluso; che vale a dire, che avesse quell' altezza medesima, la quale ha poi tutta la riva destra inferiore del prolungamento del Gardaluso sulle più basse brughiere di Cislago. Con ciò conseguivasi, che nelle minori piene vi rimanesse nel cavo principale un corpo d' acque in altezza d' once 8, o 9, bastante all' irrigazione de' boschi di Cislago, e nelle massime escrescenze ne trabboccasse per questo superiore sfogatore il solo eccesso delle acque, le quali occupassero ancora l' estensione tutta del gran piano più rilevato di brughiere. Or di questo scaricatore, appena incominciatosi, se n' è interrotto il proseguimento. E se io dovessi interpretarne il perchè, crederei di non andar lungi dal vero, se m' entrasse il sospetto di giudicare, che temano alcuni, che scaricandosi il torrente tanto al di sopra della destra riva, e riducendosi poi l' altezza sua a quelle sole once 8, o 9, con cui si alza dal fondo del cavo lo scaricatore della Croce si toglierebbe, o si diminuirebbe il corpo d' acque alla bocca di Cislago, situata sulla sinistra riva al disotto per due miglia. Se si ragionasse così, non potrebbesi figurare discorso più contrario al fatto medesimo, non che alla ragione.

Convien sapersi da chi non l' ha riconosciuto di vista, che da questo progettato, ed ora quasi trascurato scaricatore della Croce, procedendosi all' ingiù a seconda del torrente, e sulla medesima riva destra, questa si va abbassando talmente per la lunghezza di più di un miglio, che non si alza dal fondo del cavo più d' once 8, 7, e poi 6, e 5; e fa le veci, come ho detto, d' un continuato, ed uniforme scaricatore del Gardaluso verso le brughiere. Dopo un sì lungo, e strabocchevole sfogo dalla destra riva bassissima, succede finalmente alla sinistra la bocca di Cislago. Or qui io mi fo a chiedere una ragionevole risposta da chi forse tanto teme. Possibile che cada in mente di chi che sia anche il solo sospetto, che la bocca di Cislago debba sentirne diminuzione d' acque dallo scaricatore della Croce tanto lontano, e largo non più di quattro braccia; e che non si tema poi della vera diminuzione dal più immediato, dal più depresso, dal più sterminato scaricatore in lunghezza di più d' un miglio? Se il torrente, giunto alla bocca di Cislago, non può avere altra altezza, che quella delle 6. once della contrapposta riva sinistra, dalla quale si fa il trabboccamento; egli è manifesto, che lo scaricatore

superiore della Croce, alquanto più alto, non può avere nè punto, nè poco di menoma influenza a diminuire questa medesima altezza di once 6.

La mira che si ebbe nell' aprimento di questo scaricatore della Croce, fu appunto questa giustissima, e verissima; cioè d' impedire, che tutto lo sfogo del torrente si facesse su li confini delle brughiere più basse di Cislago, delle quali può dubitarsi, che non sarebbero capaci di contenere una piena di quelle massime del Gardaluso, che non si sono ancor vedute, ed esperimentate ne' due precedenti anni. Ma se questa accaderà, le prime campagne a sentirne, o a temerne irruzione, saranno appunto quelle più prossime di Carbonate, e di Cislago, e poi le inferiori; ed a frenare tutto il carico d' una massima piena, non saranno allora bastanti, o gli arginelli della sponda sinistra del cavo prolungato, o li terrapieni sulla strada bassa di Gallarate, per arrestare li trascorrimenti del Gardaluso nel cavo Borroméo. Se vogliamo ottenere questo fine, troppo ci è necessario di dividere le forze del torrente tanto al di sopra, quanto al di sotto, come si era ottimamente pensato, e di fare buon uso di tutta l' estensione de' piani superiori delle brughiere.

Frattanto io ne lascio qui registrata questa memoria, acciocchè sopravvenendo il caso d' una massima piena, e di qualche irruzione o nelle vicine campagne, o nel cavo Borromeo, si rifletta al vero rimedio, e si torni a' primi stabilimenti.

PARTE QUINTA.

Della restituzione del Bozzente nel cavo Borromeo.

CAPITOLO I.

Delle dimensioni, ed intestatura della nuova inalveazione del Bozzente nel cavo Borromeo.

Dal territorio di S. Martino, alquanto al di sotto del ponte di legno, e quasi nella stessa direzione del vecchio cavo superiore, deve avere incominciamento il nuovo scavamento, il quale per un alveo rettilineo conduca il torrente nel corso di 770. trabucchi ad imboccare dirittamente l' antico cavo Borromeo. E qui si è corretto il difetto del primiero andamento, ed introduzione del Bozzente nello stesso cavo Borromeo, posta in opera nell' anno 1604. Perocchè il torrente dietro le mura del giardino di S. Martino conducevasi al

vicino sostegno, denominato *Travacone*, donde ripiegava con un durissimo svolgimento quasi ad angolo retto verso il cavo Borromeo; laddove la presente nuova inalveazione va esente affatto da questo difetto sempre nocivo a' fiumi, ed a' torrenti.

La pendenza totale di questo primo tratto d' inalveazione è quale può desiderarsi d' once 199. E questa declività, dimostrata già in più livellazioni, è uniforme, ed anche in più luoghi maggiore di quella, che ha l' alveo vecchio superiore; e quindi la velocità del torrente in questa prima introduzione è tanta, quanta fa d' uopo a mantenersi scavato il fondo, ed al trasporto delle materie, come si è già esperimentato nelle piene dell' anno passato.

Il cavo Borromeo dal suo incominciamento nel territorio di Cislago, e dal sito di confluenza del Bozzente nel di lui alveo fino all' ingresso de' boschi d' Origgio, ha di lunghezza trabucchi 2566. in un corso pressochè rettilineo. La pendenza totale è d' once 1084. Cotesto accrescimento di caduta nel cavo Borromeo è opportunissimo; perchè, decorrendo quivi il torrente tra rive non molto alte, era necessario, che la velocità delle acque, abbassandone il loro pelo e livello, impedisse ogni rigurgito, ed alzamento sopra le rive con pericolo delle vicine campagne, e che la forza di un corso violento mantenesse il fondo viepiù scavato. E di fatto le massime piene dell' anno passato ci hanno già assicurato, che il torrente vi corre incassato senza il minimo traboccamento, e che si è profondato l' alveo dove d' un braccio, e dove di poco meno.

Il cavo Borromeo attraversa li boschi d' Origgio in lunghezza di trabucchi 750, con una pendenza totale di once 313. In qual guisa debbasi correggere una sì eccedente pendenza ne' boschi, dove abbiam bisogno di generale spandimento, lo dirò nel seguente capitolo.

Lo scavamento di tutto questo canale da S. Martino fino all' ingresso de' boschi d' Origgio, si è prescritto con quelle medesime regole già dichiarate nella nuova inalveazione del Gardaluso, e gli si è data larghezza di fondo moderata, e massima pendenza, e dilatazione delle rive scendenti a tutta scarpa; molto più perchè il nuovo cavo incontrandosi quivi in un terreno ghiaioso, sabbioso, e di nessuna tenacità, non poteva lungamente mantenersi, senza che le rive alte dirupassero nel suo fondo, quando non fossero sostenute da una massima declinazione.

Da S. Martino fino all' imboccatura del cavo Borromeo la larghezza del nuovo cavo sul fondo è di braccia 13. al principio, e poi di 12, ed all' ingresso del cavo Borromeo s' è ito ristringendo successivamente questa medesima larghezza, e molto più dopo ciascuna particolare diversione di Geranzano, e d' Uboldo; in guisa che prima

dell' ingresso ne' boschi d'Origgio, già vedesi il cavo Borromeo ridotto a sole braccia 4. di larghezza sul fondo. Questa regolare diminuzione proporzionale alle altrettante diramazioni, fa due grandi vantaggi; l'uno di mantenere sempre nelle acque residue del cavo lo spirito, e la forza di trasportare le materie, senza serpeggiamenti sul suo fondo: l'altro è di obbligare le acque sul successivo ristringimento dell' alveo a salir sempre a tanta altezza quanta si richiede ad imboccare i cavi laterali di diversione; de' quali alcuni hanno la soglia dell' incile alquanto rilevata dal proprio fondo. E questa è una delle primarie avvertenze, quando l' inalveazione non ha altro fine, che quello di spandere, e di consumare il torrente entro lo spazio, e corso limitato di poche miglia, come qui deve farsi del Bozzente.

Si osservò, che molto imperfetto, e tortuoso era il corso superiore del Bozzente di sotto al ponte di legno, donde sbocca presso S. Martino, ed un qualche centinaio di trabucchi prima d' imboccare il nuovo cavamento; e quivi si pose tutto lo studio a raddirizzarne per di sopra il corso, quanto bastasse, perchè il torrente nel primo suo ingresso della nuova inalveazione non vi ritenesse qualche cattiva impressione del precedente suo corso. Vano, e di nessuna durata parve a tutti il partito consueto di rettificare ancor questo piccolo tratto superiore, con iscavare nuovamente alla destra le alluvioni, e chiuderne le cavità delle corrosioni alla sinistra. Imperciocchè il piegamento del Bozzente sotto al ponte di legno è un effetto d' altra tortuosità precedente, e questa d' altra più vicina; e così via via fino all' origine del torrente nella valle; e quando si fosse tolta quest' ultima tortuosità di sotto al ponte di legno, il torrente ripiglierebbe le deposizioni delle ghiaie in quella sterilissima parte, dove farebbesi ora lo scavamento, ed iscaverebbe di nuovo il riempimento delle primiere corrosioni,

E questo è l' inganno famigliare d' alcuni, li quali si danno a credere, che il retto corso delle acque d'un qualche piccol tratto di alveo vecchio non richiegga altro, che la materiale rettificazione di questo, e quindi si veggono sempre da capo con li medesimi torcimenti, e sempre nuove rettificazioni. Nel corso de' fiumi, e de' torrenti, se non si tolgono le cagioni delle incidenze, e delle riflessioni, non si leveranno giammai gli effetti delle tortuosità. Non è la rettitudine artifiziale di qualche parte d' alveo quella, che determina il corso superiore delle acque ad imboccare dirittamente il nuovo manofatto canale; ma la precedente direzione di corso è quell' unica cagione, la quale naturalmente per se medesima o si conserva l' alveo retto, quando se lo trova già fatto, o se lo fa. In somma il vero rettifilo dell' alveo deve essere una conseguenza della direzione

delle acque; ma non già questa è obbligata ad adattarsi a quello. Accenno ciò soltanto di passaggio, perchè m' è avvenuto più volte, ed ultimamente nel fiume Ogogna d' osservare certi sgraziati rettifili scavati giusto sotto a durissimi risvolti di corso tortuoso del fiume, con grave dispendio, e senza il minimo effetto.

Ma ritornando al piegamento, che fa il Bozzente contro la spalla destra del ponte di legno di S. Martino, d' onde si riflette nella sponda sinistra dell' alveo vecchio posta in corrosione, dirò quello, che mi pare il più immediato, ed economico spediente insegnatoci dalla natura in somiglianti incontri. Si è prescritto adunque, che in sito idoneo si piantasse sulla riva sinistra un valido respingente formato di ceppi, e di dure pietre, e questo si prolungasse nell' alveo, quanto bastasse, non a ricevere l' ultima caduta delle acque, ma il loro primo svolgimento, e con ciò le sostenesse, e ne rompesse, e, per così dire, tagliasse l' obliqua loro direzione, obbligandole a decorrere rettamente nell' alveo vecchio, prima d' entrare nella nuova inalveazione sotto il ponte di pietre recentemente costrutto. Così veggiamo farsi dalla natura medesima nel corso de' fiumi, e de' torrenti tra le balze de' monti, ove da un masso di durissimo ceppo, su cui piomba il torrente, si ripiega il suo corso, ovvero si raddirizza, ovvero si volge in parte contraria, secondo la varia incidenza.

In fatti dalla costruzione di questo pennello presso il ponte di legno n' è proceduto, che il torrente, obbligato superiormente a corso retto, s' imbocca di sotto al ponte di pietre nel nuovo rettifilo, continuato per alquante miglia, senza il minimo torcimento; ed appunto nel sito medesimo di questo nuovo ponte di S. Martino s' è fatta la prima diversione del Bozzente dal suo vecchio cavo, il quale alla sinistra torcevasi, e ripiegava sotto le mura d' un ameno giardino; e quivi è dove si è meditato il suo chiudimento, e l' intestatura dell' alveo primiero, per ritenerlo nella diritta, e nuova sua inalveazione. Nè sarà inutile digressione, che in questo luogo o sia per istruzione d' alcuni, o sia per giustificazione di quanto s' è ordinato, si espongono tutte quelle riflessioni, che si sono fatte sopra la qualità, e necessità di queste dispendiosissime intestature attraversanti l' alveo abbandonato, intorno alle quali li dispareri insorti non hanno oscurata, ma illustrata questa materia.

L' ordinario costume di tali intestature si è quello di prescriverle con più ordini di colonne, e di fregiature, e con altre studiatissime manifatture, come può leggersi nella prolissa, e quasi sorprendente loro descrizione ne' capitoli dell' Appalto; ne' quali parmi che se ne faccia, se non erro, un po' troppo di misterio; quasi che il torrente fosse sempre in atto di fare gli approcci, la breccia, e l' assalto

per mettersi al possesso del primo suo canale. Ma se io debbo dire quello che sento, tengo per fermo, che non in ogni caso ci sia necessario d' usare intestatura di sì gran treno, e di tanto dispendio. La vera arte finalmente è sempre quella, che prescrive ciò, che basta, e nulla più. Chi non sa le regole, e la proporzione delle forze alle resistenze, suole abbondare di soverchio, perchè teme più di quello che dovrebbe; e manco dispendioso sarà sempre un grande Architetto, che un dozzinale Capomaestro.

Io dunque distinguo qui due casi. Se il fiume, o torrente va prima a percuotere con tutto lo spirito della sua corrente la situazione medesima, dove s' è fabbricata l' intestatura, che chiude il canale vecchio, e da questa violentemente ribattuto sia nella nuova inalveazione; in questo caso io dico francamente, che non vi vorrà meno di tutta quella gran mole d' opere, le quali vengono descritte ne' capitoli dell' Appalto; ed anzi aggiungo, che questa non sarà valevole giammai all' effetto, e che in progresso rovinerà. Se poi, che è il secondo caso, alla diversione del torrente si sarà data una tale inalveazione, che il corso precedente, e continuato dell' acqua sue parallelo sia al sito della nuova intestatura del canale da abbandonarsi, e semplicemente quivi trascorra senza alcun menomo urto di risvolto, come si è fatto per l' appunto nella diversione del Bozzente per rapporto al suo vecchio cavo; io dico allora, che pochissimo di resistenza può bastare ad impedire, che il torrente nuovamente si apra la via al suo primiero canale. Imperocchè in tal caso l' intestatura fa le veci di semplice riva stabile nè corrosa, nè percossa dalle acque. E questa è la primaria avvertenza dell' architetto nel disegnare il sito dell' intestatura; e questa sarà sempre la sua vera solidità, la quale non dipende dalla mole di ripari, ma dal favorevole, e niente ritroso corso dell' acque. Al più, oltre il riempimento dell' alveo vecchio per qualche tratto notabile, e molto al di sopra dell' altezza delle massime piéne, al più, dissi, sarà spediente l' armare cotesta medesima nuova riva di palafitte, finattantochè il terreno recentemente postovi si faccia più consistente, parte col suo assettamento, e parte col vestirsi di erbe. Del resto io nè punto, nè poco intendo a qual uopo si pongano in opera tante resistenze, e tanti ordini di colonne; ed ogni qual volta considero queste validissime intestature, mi par sempre che mi si presentino innanzi quelle statue gigantesche, le quali sotto alle mensole delle fabbriche fanno le viste di reggerne tutta la mole, e di gemere sotto allo smisurato peso, e nulla fanno.

Io non sono già del parere di Famiano Michelini, il quale si persuade, che siccome un prisma di diaccio contenuto in un vaso preme solamente il fondo, e non le pareti perpendicolari che lo toccano;

così debba ancor l' acqua esercitare tutta la sua pressione contro il fondo de' fiumi, e de' torrenti, ma non contro le sponde erette perpendicolarmente all' orizzonte. La sperienza però è contraria, come ben riflette il dottissimo p. Grandi; perchè forando le pareti d' un vaso pieno d' acqua, subito questa esce; il che dimostra, che già stava ivi premendo la detta parete, la quale colla sua resistenza ne raffrenava, e sosteneva l' impeto. Nelle acque correnti poi, oltre la pressione, che esercita il fluido eziandio stagnante verso qualunque parte, vi è l' attuale movimento delle acque, il quale, quando ha una direzione di corso parallela alle rive, egli è bensì vero, che non fa contro di esse impressione di percossa per rapporto alla corrente tutta; ma se riguardisi quella sola parte d' acqua scorrente presso le sponde vi fa molti piccoli urti particolari nelle parti scabre, e prominenti di esse rive. Ma egli è altresì verissimo, che a sostenere questa sola pressione, e soffregamento delle acque d' un fiume, o d' un torrente, non fa bisogno d' altra resitenza, che di quella delle semplici comuni rive; come accade in ogni altra parte del medesimo, dove non piega la corrente più da un lato, che dall' altro, ma vi decorre nel mezzo.

Or qui appunto siamo nel caso. Imperciocchè la nuova inalveazione del Bozzente fino dal ponte di legno appresso S. Martino, conduce le sue acque con retto corso di sotto al ponte nuovo di pietre, e con direzione parallela all' intestatura del vecchio cavo, onde questa non soffrirà dal torrente altra forza, che quella, alla quale suggiacciono tutte le altre rive di tal condizione rispetto al torrente. A che pro adunque si vuol dare a questa intestatura *resistenza* incomparabilmente maggiore di quella, che richiede il natural corso delle acque? A qual uso destinate sono quelle 120. colonne divise in tre ordini, ed infra di loro collegatissime con vimini, e con fregiature, e chiodi, e quant' altro può figurarsi di massiccio? Se tutto il torrente piombasse contro questa intestatura, non mi farebbe meraviglia, che di tanto si volesse accrescerne la sodezza, e moltiplicarne le forze. Ma al solo passaggio delle acque, al solo sostegno di esse, in un canale rettilineo, sì grande manifattura mi par buttata.

Pertanto, siccome l' intestatura dell' alveo vecchio era da farsi al di sotto del muro, che forma l' ala superiore del ponte nuovo di S. Martino alla sinistra: così cadde opportunamente in mente al signor Carlo Besana, ingegnere del Ducato, il pensiero di prolungare alquanto lo stesso muro, e valersene di chiudimento dell' alveo abbandonato, e di sua intestatura. Vero è però, che ancora in questo stesso spediente economico, per servire in parte a' dettami dell' usato costume, in distanza dal detto muro entro terra vi sono *piantati* alquanti altri ripari. E pur troppo è così; che in ogni deliberazione

chi pretende, che in tutto la vinca il giusto, e naturale discorso, s' inganna assai, e si tira dietro troppi contradditori. Vi vuol arte per condurli, se non all'ottimo, ad un mezzano partito; e la sperienza poi li rende sempre più docili. In fatti già veggono, che il torrente nella sua piena non altro fa, che lambire il muro prolungato dell' ala sinistra del ponte, e che questo solo è un ritegno anzi soprabbondante, che scarso. Nè si è incontrata difficoltà nel trasferire la stessa economia all' intestatura del letto vecchio del Gardaluso.

Il nuovo cavamento dal ponte di pietre di S. Martino si è condotto fino alla strada maestra, la quale da Cislago conduce a Gallarate; e quivi al disotto d' altro nuovo ponte, ad uso della medesima strada, se gli è dato il primo ingresso, e confluenza nell' antico cavo Borromeo. Nella visita del 1758. si riconobbe, che il letto suo primiero erasi soverchiamente dilatato con molte tortuosità fino a' confini tra Gerenzano, ed Uboldo; ed all' opposto da questi fino a' boschi d' Origgio conservavasi tuttavia nella limitata larghezza, e rettitudine dell' antico cavamento. La cagione di questo divario dee riferirsi alla qualità del terreno, e del fondo, entro cui già erasi tempo fa scavata questa parte d' alveo. Imperciocchè, come ben si vede, in questo primo tratto il fondo è fragilissimo, e di resistenza disugualissima: dove di pura arena, dove di ghiaia mobilissima, e dove ancora di creta tenace. Ed è noto, che tutte le rettificazioni de' fiumi, e de' torrenti non possono lungamente mantenersi in questo stato, cioè quando l' alveo non è scavato in terreno di uniformi resistenze; mentre, se alla pressione dell' acque, ed alle loro forze non si contrappone un' equabile, e continuata azione, delle rive, e del fondo, e sempre la medesima, ne segue che dove s' incontra la piena in pura sabbia, o in terra senza legamento, e tenacità delle sue parti, quivi o si scava più il fondo, o ne corrode la riva, e dove il torrente passa per terreno tenace, torce il corso verso le parti resistenti; e quindi procedono le tortuosità dell' alveo, e le sue dilatazioni, ed iscavamenti irregolari.

Si pensò, che il pretendere di ridurre ora il letto antico dalla presente dilatazione difettosissima alla latitudine proporzionale al corpo dell' acque sue, era impresa dispendiosissima, e di cortissima durata per le ragioni già accennate. Ma giacchè doveva farsi lo scavamento nel letto antico, dove d' un braccio, e dove molto più, non s' è deviato dal corso rettilineo, nel quale in fatti finora si è contenuto, e sempre più approfondato l' alveo nelle piene de' due precedenti anni; e la terra di scavamento si è gittata a rialzare quelle parti d' alveo antico, le quali uscivano da questa direzione. Se il torrente poi debba quivi sempre decorrere rettissimo, e senza tortuosità, nessuno se lo può promettere. Ma quand' anche in questo

tratto il torrente ritornasse a' primieri suoi serpeggiamenti, non v' è da temersene male alcuno, come è avvenuto per anni cento e più, senza sconcerto, almeno per questo capo. Anzi io considero a non gittare spesa per obbligarlo da qui in avanti al rettifilo divisato; perchè dove la condizione del terreno non coopera all' arte, vano è lo sperare, che la natura muti genio; e d' altro lato somiglianti tortuosità non sono d' alcuna rea conseguenza.

Bensì il primario oggetto della sicurezza de' torrenti, e delle loro inalveazioni è quello tante volte ripetuto, che o si conservino scavato il fondo, o se lo profondino viepiù; perocchè dal rimpimento del loro alveo ne procedono i debordamenti, e le inondazioni. Or la sperienza delle passate piene ci rende sicuri di questo effetto. La gran grandezza di detto cavo, e per conseguenza la velocità dell' acque si efficacemente concorrono ad un maggiore scavamento, che come dirassi a suo luogo, ci è necessario di moderarlo con alquante briglie, acciocchè questo non si opponga all' altro fine rilevantissimo delle diversioni, dello spandimento, e del consumo dell' acque; siccome passo a dichiarare nel seguente capitolo.

CAPITOLO II.

Delle diversioni, e spandimenti, e consumo del Bozzente, fino a' boschi d' Origgio.

La portata dell' acque del Bozzente è il doppio maggiore di quella di ciascuno degli altri due torrenti; onde il *primario oggetto*, e le più interessanti mie premure, e di tutti li signori Periti intervenuti nelle prime visite, si rivolsero a trovare tali, e tante diversioni al torrente, che parte tra via, e parte nel suo termine de' boschi d' Origgio si consumasse interamente.

Dalla sponda destra del Cavo Borromeo non potevano farsi diramazioni sulle brughiere di Cislago già occupate dal Gardaluso, ma opportunissime a tal uopo erano le brughiere, ed i boschi adiacenti alla sinistra riva per tutta la vasta estensione di cinque miglia fino al principio de' boschi d' Origgio. Su questa riva adunque, di concorde sentimento de' due signori Ingegneri delegati Bernardo Robecco, e Carlo Besana, come apparisce dalle loro Relazioni, il primo cavo di diversione fu progettato, e disegnato di condursi attraverso la brughiera della Massina, fino a terminarsi su li piani delle confinanti brughiere di Geranzano, le quali non potevano altrimenti irrigarsi, che dall' acque derivate molto superiormente. Cotesto cavo condotto *nel* mezzo delle brughiere della Massina, ed in molta distanza da' *terreni* coltivati, e con lo sbocco nelle seguenti brughiere di Geranzano,

era di mirabile uso a' primi copiosi spandimenti del Bozzente; nè v' era luogo da potersene temere irruzione nel coltivato territorio della Massina; mentre già la naturale pendenza di queste brughiere, e del medesimo cavo verso il piano più depresso di Geranzano, avrebbe prestamente incamminate le soprabbondanti acque a quella parte. Dopo tante misure, e prevenzioni, e direzioni di questo cavo della Massina, posto nel primo disegno da' signori Ingegneri, ed approvato dall' Eccelsa Giunta, finora nulla si è fatto di questa prima diversione del Bozzente dal cavo Borromeo. E qui riflettasi alla dura condizione degli Architetti di acque, li quali per altrui arbitrio si veggono assai volte impedita l' esecuzione d' una parte di quel Piano, ch' eglino con tanto studio avevano meditato a vantaggio pubblico.

Anche il secondo cavo, denominato di Geranzano, erasi già disegnato nel primo Piano in situazione molto più idonea ad una copiosa, e stabile diversione del Bozzente; ma poi nella sua esecuzione per certa vana apprensione d' alcuni, o piuttosto per emulazione, e contesa tra' particolari Fattori, dopo una lunga sospensione d' un anno intero, si è trasferito più all' ingiù d' un qualche centinaio di braccia, e si è aperto da una sponda, dove più irregolare è il corso del cavo Borromeo, e d' onde più difficilmente potevano imboccarsi le acque del torrente. Ma per amore di pace si è dovuto condiscendere a questo temperamento, il quale a ciascuno de' litiganti concedeva qualche poco d' un apparente vittoria. Ed intanto ognun vede a che duro partito s' erano ridotti li signori Architetti, a' quali conveniva durar gran fatica a sostenere, e porre in opera, talvolta anche dimezzatamente una parte delle diversioni importantissime, sempre contrastate molto più dalla fantasia degli uomini, che dalla ferocia dei torrenti.

Adunque ne' confini della Massina, e di Geranzano dal cavo Borromeo si è aperto il nuovo canale di diversione, e per il corso di tre miglia in circa si è diretto al mezzo de' boschi di Geranzano, e delle più basse brughiere d' Uboldo, con una sì vasta estensione di spandimento, che da se sola capace sarebbe di consumare, quando si volesse una metà di piena del Bozzente, con vantaggio delle terre incolte, e senza il minimo danno de' terreni coltivati.

Ad un solo pericolo però, al quale potrebbesi soggiacere, si è premeditato il suo provvedimento, e sicuro riparo. Il piano de' boschi di Geranzano, dove ha l' ingresso questa sì gran diversione del Bozzente, si è di molto più alto livello di quello degli inferiori terreni della Malpaga, situati alla sinistra; onde poteva ragionevolmente temersi un qualche scarico, od irruzione d' acque da' boschi nelle campagne. Pertanto, oltre la naturale difesa, che hanno queste dal vecchio

cavo del Bozzente, entro cui si scaricherebbe qualsisia traboccamento d' acque, si è pensato ancora ad una soprabbondante sicurezza delle medesime, e nel piano più basso de' boschi si è condotto un grand' argine, il quale per la lunghezza di quasi un miglio, e per l' altezza di braccia ora tre, ora quattro, ed ora cinque, sotto la stessa linea orizzontale sostiene qualsisia trascorrimento d' acque, che possa derivare da' suddetti boschi già ottimamente arginati; e per la declività del terreno, dal piè del mentovato argine sino alle più basse brughiere d' Uboldo volge a quella parte assai prestamente qualsisia irregolare spandimento d' acque, le quali quivi o si consumano, o vanno a disperdersi ne' boschi inferiori.

L' aprimento di questo cavo di diversione si è fatto l' anno passato, ma non è stato di quell' uso, al quale era destinato; e ne addurrò le imperfezioni. Primieramente se gli è data un' imboccatura al di sotto d' una spalla troppo avanzata d' un muro frescamente costrutto, la quale molto impediva l' ingresso all' acque; onde al calar della piena, vi si deponeva ogni volta sulla soglia dell' imboccatura un grande ammasso di ghiaie. Al secondo difetto di questo cavo, qual è la troppa strettezza della bocca, e dell' alveo suo *continuato*, diede occasione un falso allarme dei vicini terrazzani, li quali da questa diversione presagivano inondazioni funeste alle prossime campagne. A calmare il vano adombramento di simil gente si è dovuto procedere con lentezza di tempo, e successione d' operazioni; in guisa che ogni volta toccassero con mano *il* loro inganno. Da prima si dilatò l' imboccatura braccia 3; poscia *la stessa* larghezza si diede al fondo di tutto il canale; e dopo lo *sperimento di alquante* piene non si trovò contrasto ad allargare la bocca fino a braccia 5, senza però dare una proporzionale larghezza di fondo al cavo continuato: ciò che pareva doversi fare allo stesso tempo. Ma per addimesticare a poco a poco le fantasie alterate di molti a questo vano spauracchio, si è differita la dilatazione del cavo fino al passato Ottobre; e nel medesimo tempo si è ordinato, che si tolga l' imperfezione dell' imboccatura prolungando per 9. braccia entro al cavo stesso Borromeo la spalla inferiore della bocca, sicchè riceva direttamente la corrente viva del torrente nella larghezza di 5. braccia. Dietro a questo stabilimento della bocca, e del canale di Geranzano vennero le piene del Novembre, le quali posero fine a' timori di molti, e freno a' contradittori. Imperciocchè, siccome il cavo Borromeo ha quivi di larghezza sul fondo sole braccia 10, si vide il torrente, per quasi una sua terza parte entrare velocemente nella bocca, e nel canale di Geranzano, e dilatarsi ne' boschi, e stendersi fino alle brughiere d' Uboldo, senza il minimo traboccamento da' boschi, e senza

che nè meno si bagnasse leggiermente il piè del grand' argine continuato, che abbiamo di sopra già descritto.

Cotesto prolungamento dell' inferiore spalla della bocca di Geranzano si è formato di semplici passoni con asse inchiodate, e d' una costruzione posticcia, perchè la stagione d' allora non permetteva lavoro più massiccio; e però una più compita abilitazione riserbavasi al prossimo inverno. Or mentre scrivo, e dopo l' esperimento delle passate piene, mi pare giusto il ricordare, che a questa imboccatura dee ora darsi quella sodezza, che le manca, e qualche maggiore avanzamento, e dilatazione ancora.

Ho voluto esporre il lento progresso dell' abilitazione di questa bocca, sì perchè ognun vegga, che l' arduità in simili affari non è nel pensare ottimamente, ma nell' eseguire; e sì ancora perchè li possessori inferiori di Lainate, e di Rò s' avveggano di quanto si era meditato a pro loro, benchè troppo tardi, e non interamente ancora eseguito.

Dietro questa sì ampia diversione, la quale senza il minimo sconcerto è capace di più d' una terza parte del torrente, succedono altre tre diversioni principali nel territorio d' Uboldo, con altre minori, le quali tutte insieme consumar possono molto più della metà delle restanti acque del Bozzente, prima del loro ingresso ne' boschi d' Origgio. Due di queste bocche si veggono aperte sulla sponda sinistra del cavo Borromeo, con distanza di mezzo miglio in circa fra l' una, e l' altra. Ciascuna ha di larghezza sul fondo un braccio e mezzo; e salendo gradatamente si dilata fino a braccia 3, e 4. Il torrente vi s' introduce in queste, e quindi si spande in una estensione di quattro mila pertiche di brughiere, e boschi di molti particolari possessori. La terza bocca, fin da quando il Bozzente decorreva nel cavo Borromeo, era già aperta sulla riva sinistra del medesimo cavo, e questa è la più felice delle altre due, perchè le acque vi s' incamminano con molta velocità per la maggiore pendenza del canale, e bassezza de' piani de' boschi, entro a' quali si fa un grande allagamento, e consumo d' acque in notabile altezza, e nella estensione d' altre mille, e cinquecento pertiche.

In oltre tutti li piani de' boschi adiacenti alla riva sinistra del cavo Borromeo verso il ponte della Regosella, essendosi trovati assai bassi in modo che il torrente da quel lato decorre sostenuto in parte dalle arginature, si è fatto buon uso di questo stato di cose per altre nuove diversioni. Con giusti intervalli si sono tagliate le arginature, ed iscavato il basso fondo de' piani; e con ciò sonosi moltiplicate altre minori diramazioni. A calcolare l' intero consumo d' acque, e tutte le diversioni del torrente nel solo territorio d' Uboldo, io penso di non andar lungi dal vero, se affermo, che per lo meno

fassi qui dal torrente una perdita di più della metà dell'acque sue residue dopo la diversione del cavo di Geranzano.

Ed ecco che a' boschi d'Origgio non rimarrebbe, che la sola terza parte d' una piena del Bozzente, e molto meno ancora. E qui l' affare sarebbe finito; perchè a consumare interamente quest' acque residue, egli è d' avanzo l' estensione di 3500. pertiche di bosco, non che le diecimila pertiche di terreno assoggettate a questo fine nel celebre contratto Borromeo. Che vuol dire adunque, mi ripigliano alcuni nienti informati, che vuol dire, che le già descritte diversioni non sono bastate in questo primo anno di nuova inalveazione del Bozzente nel vecchio cavo Borromeo? Mi piace l' istanza, perchè mi apre la via ad iscoprirne i difetti, ed a proporne i rimedi.

Cominciamo dagli ultimi spandimenti ne' boschi d' Origgio. Il cavo Borromeo, il quale attraversa questi boschi, ha quivi una grandissima pendenza; e le acque vi corrono con tanta rapidità, che sempre più scavano il fondo del medesimo cavo, e si abbassano di livello al di sotto delle bocche laterali, le quali perciò restano in asciutto. Ad impedire la troppa caduta dell' acque, ed il profondamento del canale si debbono rinnovare gli antichi sostegni al di sotto di ciascuna bocca, acciocchè le acque obbligate ad una maggiore altezza, si diramino ne' cavi d' irrigazione. Inoltre ho osservato, che altri di questi cavi o sono interriti, o non istendono la diramazione per tutto il lungo tratto, al quale debbono condursi; ed altri ricevono le acque bensì, ma senza spandimento su' piani de' boschi, e con rigurgito, perchè le rive di questi canali non sono tagliate, ed aperte a luogo a luogo, come si costuma nelle irrigazioni. I piani poi de' boschi medesimi perchè troppo declivi, e non arginati, non sostengono le acque nè meno per breve tempo. Onde il torrente tutto incanalato nel canale principale di mezzo, e con pochissimo spandimento, carica, e s' aggrava sopra le ultime arginature de' boschi, le quali sono e soverchiate, ed abbattute. Tale era lo stato de' boschi d' Origgio, riconosciuto nelle visite dell' anno passato, immediatamente dopo le prime piene della primavera, e della state. Si osservarono i detti boschi in gran parte asciutti, e molti canali di spandimento otturati; si riconobbe la mancanza dell' antiche briglie, e sostegni nel cavo principale di mezzo, e che il ripartimento dell' acque in questi boschi, ed il loro consumo non erano conformi a quell' idea, la quale pareva doversi promettere dal celebre contratto Borromeo. Da quel tempo in avanti si riferisce, che si sieno meglio abilitati ed i cavi, ed i boschi. Quando ciò sia li possessori inferiori andranno certamente esenti da questa ultima parte di piena riserbata a consumarsi ne' boschi d' Origgio.

Ma procediamo innanzi, mentre anche a' boschi d' Uboldo tocca la sua porzione del Bozzente, e non piccola, ma proporzionale alla grande

estensione del perticato loro. Primieramente fino dal principio della rinnovata inalveazione si è in tre luoghi attraversato il cavo Borromeo con briglie, e sostegni, al di sotto di ciascuna delle tre bocche d' Uboldo, sì per frenare la pendenza del cavo, ed il suo profondamento, e sì ancora per sostener le acque, quantunque basse, del torrente, ed imboccarle in queste diramazioni. Coteste briglie sono una piccola cosa, quanto alla spesa; ma di sommo rilievo quanto all' effetto; e dopo ogni piena sarà d' uopo il riconoscerle, per risarcirle, ed alzarle di più, come richiedono le circostanze.

D' una sola generale avvertenza io qui sono estremamente sollecito, perchè da questa unicamente dipende la salvezza de' possessori inferiori di Lainate, e di Rò. Dopo alquante piene accaderà non rade volte, che coteste bocche di diversione, ed i loro alvei per qualche tratto s' interriscano, e si alzino di livello, in guisa che non ricevano più le acque del Bozzente, se non quando il torrente arriva per breve tempo al colmo dell' escrescenza. In tal caso la piena, senza notabile consumo tra via, decorre incanalata fino alle ultime arginature della brughiera d' Origgio; e dal travacatore, ivi costrutto nel suo circondario, si rovescia, e si scarica nelle strade di Lainate, e di Rò.

In fatti delle quaranta, e più piene del Bozzente occorse per la stravaganza delle stagioni dell' anno passato, due sole si sono inoltrate sino a Rò; ed immediatamente dopo questo accidente li due signori Cavalieri Delegati della Congregazione si portarono in visita in compagnia mia, e del sig. ingegnere Besana. Si esaminò l' origine di questo disastro, nè tardossi molto a riconoscerla assai chiaramente. Tutte le bocche di diversione da Geranzano fino entro a' boschi d' Origgio, si trovarono o chiuse dalle deposizioni, ovvero niente abilitate alle diversioni. E qui è dove s' incontra il maggior pericolo; perocchè la premura di espurgare le bocche, quando conviene, è appoggiata tutta a' fattori, ed a' campari; ma questi o distratti da altre faccende, poco badano a simili manifatture, o contenti d' avere già più volte irrigati i loro boschi, non si pigliano altra briga per la salvezza degli inferiori. So, che i loro padroni, e per zelo del pubblico bene, e per legge di particolare società in questo stesso affare, hanno più volte a' suoi fattori raccomandata la vigilanza, e replicati gli ordini di mantenere incessantemente aperte le bocche de' cavi di diversione; molto più, perchè sentendone eglino il beneficio dell' irrigazione, non vogliono parere ingiusti nel ricusarne l' incomodo delle spurgazioni. Ma tutte queste buonissime massime non si adottano da' subordinati fattori con le stesse premure de' padroni, i quali hanno a cuore l' indennità degli inferiori territorj.

Per queste ragioni l' Eccelsa Giunta con provvidentissimo consiglio,

e decreto ha conferita alle comunità inferiori l' autorità di mandare i loro deputati, ogni qual volta parrà convenirsi, alla visita di tutte coteste bocche di diversione, e di ordinarne sul posto, e senza dilazione la spurgazione od agli immediati fattori, od a' campari sovrastanti alla manutenzione della divisione de' tre torrenti. In sì fatta guisa l' interesse, e la sollecitudine delle terre inferiori terranno sempre desti, e pronti all' opera quegli ancora, che sentono i vantaggi dell' irrigazione, e non più i danni dell' inondazioni.

Ma perchè la visita di questi Deputati dalle terre inferiori si faccia con metodo, e con giusti rilievi, soggiungo qui una succinta informazione.

Ogni anno sul principio di primavera si faccia la ricognizione dello stato di tutte le bocche di diversione, da quella di Geranzano sino alle ultime d' Origgio; e dopo alquante piene, nella state si rinnovi la stessa visita, per nuovamente abilitarle alle prossime piene autunnali. Ne qui conviene figurarsi che coteste visite richieggono un gran treno di persone. Un semplice fattore, o Camparo di Lainate, o di Rò, ed uomo che intenda con qualche buon senso il regolamento dell' acque, può spedirsi a questa visita, da terminarsi in poche ore. Qui abbiam bisogno di partiti speditivi, e facili, e da eseguirsi più volte tra l' anno, quando torna il conto.

Si avverta diligentemente se il fondo della bocca di Geranzano sia depresso allo stesso livello del fondo del cavo Borromeo, se la pendenza di questo canale non sia interrotta, e se la larghezza continuata fino all' ingresso de' boschi non sia minore di 5. braccia. In somma s' abbia sempre la mira di mantenere l' imboccatura, ed il canale di Geranzano in tale disposizione, che attragga le acque del *Bozzente*, eziandio bassissime. Questo è un articolo importantissimo, del quale ne renderò un' assai chiara ragione. Ne' tempi di piogge dirotte, e continuate nelle valli, massimamente nella primavera, e nell' autunno, il torrente decorre nel cavo Borromeo, non già per poche ore, come in occasione degli scoppi de' temporali nella state, ma per più giorni, ed in poca altezza. Or se la bocca di Geranzano, e le altre seguenti non fossero disposte a ricevere le acque basse, che ne avverrebbe? Tutta questa copia d' acque basse, la quale per la durata di molti giorni è incomparabilmente maggiore d' una strepitosa piena, che poco duri, tutta, dissi, di giorno in giorno o s' andrebbe caricando sulle ultime arginature de' boschi d' Origgio, o con rovina di queste, o con iscaricarsi dal travacatore ivi costrutto, portando l' inondazione alle terre inferiori. Questa osservazione io ho già fatto nell' anno scorso. Sopravvenne per temporale una gran piena del Bozzente al fine di Maggio, e questa dopo poche ore calmò senza il minimo danno, perchè da' canali di diversione fu tostamente consunta.

Ma che? Dietro al temporale continuarono le pioggie per molti giorni; e trovandomi io appunto in visita de' torrenti con altri Periti osservammo tutti, che il Bozzente non cessò di decorrere per cinque giorni in altezza, ora d' un braccio, ed ora solamente di sei once. Le bocche tutte si rimasero asciutte, parte per le deposizioni sulle loro soglie, e parte per mancanza delle briglie nel cavo maestro. Nei boschi d' Origgio non si operò alcuno spandimento in tal tempo. Pareva, che un' acqua sì moderata non potesse apportare alcun danno; e pure la continuazione d' una corrente sì bassa, senza scarico superiore, fece sì, che le acque tutte si aggravarono in troppa altezza sopra l' arginatura destra delle brughiere d' Origgio; onde per dare all' acque uno scarico, si venne al taglio dell' arginatura stessa, non essendo allora costrutto a dovere il travacatore, quale in oggi si vede.

Ho riferito per minuto questo racconto, perchè restino convinte le comunità di Lainate, e di Rò, che alla loro salvezza importa assaissimo l' abilitazione di tutte le bocche a ricevere le acque basse del Bozzente; e su questa persuasione esse sieno più vigilanti ad esigerne l' osservanza.

Mi opporranno alcuni, che al calar delle piene non può farsi a meno, che qualche deposizione, ed alzamento non segua alla soglia delle bocche; e che di troppo travaglio, e spesa riuscirebbe a' padroni il farne ogni volta la spurgazione.

Questi tali, che così oppongono, sono di quelli, che, a dirla ingenuamente, non vorrebbero poi far nulla a pro degli inferiori; e perciò ingrandiscono quel pochissimo, più d' attenzione, che di travaglio, per isgravarsene; onde rispondo loro in più maniere. Primieramente quella deposizione, la quale talvolta accade all' imboccatura di questi canali al calar della piena, frequentemente è sì poca cosa, che, trovandomi io in visita, m' è riuscito di farla levare alla bocca di Geranzano da un uomo solo in meno d' un' ora; e con una cotanto spedita manifattura feci riflettere al fattore di Geranzano, che le acque basse tutte del Bozzente per tre giorni s' introdussero nel suo cavo con vantaggio de' suoi boschi.

Ma poi, chi si gode tranquillamente il bene dell' irrigazione, non dee ricusare il piccolo incomodo della spurgazione o dell' imboccatura, o del canale, quando ciò concorra a preservare dalle inondazioni le terre inferiori, le quali, siccome hanno società nelle comuni spese, così la debbono avere ancora nella comune indennità.

Passiam ora a ciò, che deesi avvertire nelle visite intorno alle tre principali bocche d' Uboldo. Diasi qui tosto un' occhiata alle briglie poste al disotto di ciascuna bocca nel cavo Borromeo, se sussistano, se abbiano altezza bastevole ad introdurre le acque, ancorchè basse,

se il fondo del canale sia depresso, e con la debita declività (al qual fine converrà passeggiarlo per qualche tratto, ed osservarne l' andamento), se ciascuna briglia situata sia in modo, che faccia invito all' acque nel primo loro imbocco de' canali d' irrigazione, e finalmente se gli spandimenti dalle basse rive si mantengano.

Rimane l' ultima visita de' boschi d' Origgio, li quali sono l' ultimo ricettacolo dell' acque del Bozzente, e l' ultima difesa delle terre inferiori; e però questa dee farsi ogni volta con tanto più d' attenzione, e di zelo pel pubblico bene. Si osservi diligentemente se nel cavo comune Borromeo, troppo declive in questi boschi, manchino le traverse, o sieno briglie prescritte al disotto di ciascuna bocca, acciocchè le acque sieno e sostenute, e divertite ne' canali di fianco. Si consideri se coteste traverse o sussistano, o sieno ben fatte al fine inteso; se le acque del Bozzente decorrano nel canale secondario d' irrigazione fino al loro termine, ovvero se da interrimento sieno fermate, e se da questo canale si dividano le acque in molti rigagnoli a consumarsi ne' piani de' boschi. Finalmente si scorra tutto il bosco, tanto a destra del cavo Borromeo, quanto a sinistra per osservare se gli spandimenti sieno universali, o se qualche parte resti in asciutto, e perchè, se le piccole arginature di piano in piano trattengono le acque, quanto basta alla bonificazione de' boschi; ed in fine se le ultime arginature poste in fronte de' medesimi, e che li dividono dal piano delle brughiere, sostengano le acque fino all' altezza de' tre piccoli scaricatori costrutti in differenti siti di questa medesima arginatura, donde traboccando le acque soverchie, vanno finalmente a dilatarsi nel circondario d' una brughiera assai spaziosa, e munita all' intorno d' altre arginature, e d' altro secondo scaricatore; del quale parlerò nel seguente capitolo, e n' esporrò l' uso, ed il fine.

Parrà forse a taluno o soverchia, o stucchevole cotesta mia cotanto minuta istruzione. Ma nel regolamento dell' acque, e de' torrenti talvolta maggior conto, e più squisita premura dee farsi di certe piccole operazioni, che d' altre grandiose costruzioni, le quali sono unicamente ammirate dal volgo. Ma poi è troppo giusto, che li possessori delle terre inferiori da queste frequenti spedizioni alla visita de' canali sieno informati della vera origine degli sconcerti, e se questi procedono dall' imperfezione del piano, o piuttosto dalla negligenza, od indolenza degli esecutori. Con sì fatti lumi non si discorrerà delle cose alla ventura, e si anderà al riparo dei mali assai prestamente.

CAPITOLO III.

Degli scaricatori dell' acque residue del Bozzente da' boschi d' Origgio nel circondario della brughiera adiacente.

Se le grandi diversioni del Bozzente da' cavi di Geranzano, e di Uboldo si mantenessero sempre da' particolari possessori in quello stato, quale abbiamo già descritto, certamente a' boschi d' Origgio o poca parte della piena arriverebbe, ovvero almeno senza bisogno di tramandarne l' eccesso fuori del loro ricinto, e delle loro arginature. Ma troppo gravemente erra chi al concorso di tanti appoggia un piano d' un pubblico provvedimento. Chi può figurarsi tanto zelo per altrui bene in alcuni, li quali talvolta non l' hanno per se medesimi? Chi sa se perfino le comunità di Lainate, e di Rò faranno uso del diritto conferito a loro pro, ed indennità, e se a' tempi debiti destineranno le visite a' cavi di diversione delle piene, e se saranno sollecite del loro consumo; o se anzi tutto il zelo finir debba in qualche querela, che non costi loro nè pure un passo; e con ciò soltanto tirino innanzi così? Chi pensasse altrimenti delle cose umane, e de' costumi, nè colpirebbe nel giusto segno, nè provvederebbe bastantemente al pubblico riparo.

Figuriamoci adunque, che gran parte della piena non divertita, quanto può, e dee farsi da' superiori scaricatori, si porti ad aggravare l' ultimo argine, che è di fronte a' boschi d' Origgio, e nel confine d' una vasta brughiera di cinquecento pertiche. Se qui si permette, che le acque si alzino sopra la sua sommità, ognuno intende che l' argine sarà rovesciato. Nè altro riparo a questo male può trovarsi, che l' aprire nell' argine stesso in moderata altezza dal piano de' boschi uno scaricatore, dal quale diasi lo sfogo all' acque, prima che si sollevino ad un' altezza da soverchiarlo. Fatta la livellazione di quest' ultimo gran piano de' boschi in tutta la loro lunghezza di fronte, si sono scoperti tre differenti livelli in tre diverse situazioni, nelle quali si è giudicato a proposito d' aprirvi nell' ultimo argine de' boschi tre distinti scaricatori. La soglia di ciascuno di questi è più alta del piano, dove d' un braccio e mezzo, e dove di due, e molto più ancora, per la disuguaglianza del terreno, più o meno depresso, al quale sovrasta; ma la medesima rimane al disotto d' un braccio e mezzo della comune linea orizzontale, alla quale si è condotta la sommità dell' argine; ciò che riesce di molto vantaggio, perchè attesa la differenza del livello de' piani, lo scarico delle acque da tutti tre non può farsi egualmente al tempo medesimo, ma in tempi diversi. Il che conferisce moltissimo, acciocchè il piano delle brughiere non resti affogato improvvisamente dall' acque tutte; ma ciascun

corpo da se separatamente si succeda in portata minore dall' uno all' altro scaricatore, dall' uno all' altro piano, e con più di lentezza si distenda, e si consumi nella brughiera. Così ad un tempo stesso si provvede ed al maggiore sostegno dell' acque entro il ricinto de' boschi, ed allo sfogo successivo della soprabbondanza delle medesime nel circondario vicino.

Il piano di questa brughiera è di livello assai disuguale. La parte attraversante di mezzo è molto più alta di quella, che si piega alla sinistra, ed alla destra. Per questa ragione ancora si sono distribuiti nell' argine de' boschi li tre mentovati scaricatori, acciocchè le acque possano più facilmente ripartirsi in qualunque parte di questa brughiera, e non corrano tutte ad un lato solo a dare il carico all' argine sinistro del circondario, ovvero al destro.

Nell' ultima visita di quest' anno ho osservato con piacere, che in questa estensione di brughiera si è dato principio al suo imboschimento, e dove si son fatti più ordini di piantamenti, e dove si sono seminate ghiande, le quali già veggonsi germogliare. Or questo imboschimento è appunto quel mezzo, che più d' ogni altro ha da concorrere alla diversione dell' acque, non ostante la grande disuguaglianza di livello di questo piano. L' interesse d' una *tale coltura* sarà il migliore maestro per condurre le acque in differenti siti, ora con l' uso de' fossati, ed ora d' arginelli posti attraverso di qualche parte più declive. In questa forma si abiliterà sempre meglio quest' ultimo ricettacolo d' acque vastissimo.

D' un solo difetto, già avvertito in più visite, si vogliono emendare queste nuove arginature della brughiera. *La terra, onde formarle*, si è tolta quasi tutta dal piè delle *medesime; e quindi si è* scavata una fossa continuata, entro la quale vi decorrono le acque con velocità, e ne corrodono la base, e vanno poi a piombare contro la parte dell' arginatura destra posta in piano più declive. Non v' è errore più massiccio, e più pericoloso di questo, ove trattisi d' arginature al sostegno d' acque. E quantunque in una visita da taluno siasi già pronunziata sentenza, che ciò niente deroga alla consistenza di questi argini; nientedimeno il suo parere non può prevalere nè al senso comune, nè al giudicio de' nostri signori Periti li quali espressamente vietarono nelle loro relazioni cotesti continuati fossati al piè degli argini, ed in una parte tanto gelosa.

Ma fingiamo in fine, o che per trascuratezza nelle superiori diversioni del Bozzente, ovvero per una qualche straordinaria escrescenza non basti il ricettacolo di detta brughiera a contenere gli ultimi avanzi della piena. Anche a questo caso dee studiarsi il suo provvedimento, nè permettersi, che le acque salgano alla sommità *degli* argini, e gli abbattano. A tal fine nell' arginatura destra di *questo*

circondario, verso dove pende il piano della brughiera, e vi decorrono le acque, si è costrutto un altro assai grande scaricatore. La soglia di questo è rilevata dal fondo del piano per l'altezza di due braccia, quanto basta a contenervi, e dilatarvi gran copia d'acque; ma detta soglia dalla sommità degli argini condotti sotto la stessa linea orizzontale, rimane al disotto per un braccio e mezzo, acciocchè s'impedisca il traboccamento da' medesimi, ed il solo eccesso dell'acque si tramandi dallo scaricatore giù per la strada che conduce a Lainate, ed a Rò; ove anche ne' tempi passati, e molto prima degli ultimi sconcerti sono sempre iti gli avanzi delle straordinarie piene del Bozzente, senza querela, o danno delle terre inferiori, eccettuatene il momentaneo, e moderato trascorrimento di quest' acque sulla strada.

Sebbene io voglio sperare, che quest' ultimo sfogatore si renderà inutile in progresso di tempo, ed eziandio nelle straordinarie piene; e dirò il perchè. Ho già osservato, che nel giro d' un anno sole sulle rive del cavo Borromeo si sono aperti altri nove cavi di diversione in sito opportuno, ed approvato. L' interesse d' imboschire tanti incolti terreni accende l' industria degli agricoltori, e l' uno all' esempio dell' altro si muove a porre a profitto le acque del torrente. La bocca del cavo di Geranzano dalla larghezza di 5. braccia, dopo l' esperimento di qualche piena si potrà ridurre alle 6. con il semplice allungamento della spalla inferiore, a fine di soddisfare alle tante irrigazioni di terreni sterilissimi, le quali già si disegnano da' particolari possessori. Anche da' tre principali cavi d' Uboldo si progetta di cavarne bonificazioni d' altre nuove terre incolte; e perciò si vorrebbe che questi fossero anche più abilitati a ricevere maggior corpo d' acque. Molti buoni provvedimenti restano tuttavia sospesi, perchè tutti pretendono il frutto dell' acque, senza il carico di concorrere alle comuni spese de' canali; e però gli uni guardano in viso agli altri, per aspettare che si faccia per altrui mano quello, che vorrebbesi a suo pro. Ma tutte queste dilazioni cesseranno ben presto; e si verrà a segno, che la piena tutta del Bozzente appena basterà alla diversione ne' boschi.

CAPITOLO IV.

Di quale vantaggio sia alle terre inferiori da Lainate fino a Rò la divisione de' tre torrenti; e se queste possano in ogni tempo andar esenti dalle irruzioni della Mascazza, o della Comasina, o d' altri minori torrenti originati dagli scoli delle campagne

Al disinganno di molti ho riservato questo capitolo. Imperciocchè in questo genere di ricerca ho udito più volte ne' privati ragionamenti avvilupparsi cose disparatissime, senza riferire ciascuna alle particolari loro cagioni. Di qui nasce l' oscurità. Si batte l' aria, e non si colpisce nel segno. Onde per mettere al fatto chi che sia di separare il vero dal falso, procederò con ordine.

A buon conto egli è certissimo, che dopo la separazione de' due torrenti di Tradate, e del Gardaluso, le loro piene non decorrono più nell' alveo vecchio del Bozzente ad inondare le terre inferiori da Lainate fino a Rò. Di quanto vantaggio a queste sia la sola diversione de' due anzidetti torrenti, basti il riflettere, che la portata delle loro piene unite uguaglia, o supera quella del solo *Bozzente*.

Quanto poi a quest' ultimo grande torrente ora restituito al cavo Borromeo, abbiamo già dimostrato di sopra, che le diramazioni di Geranzano, d' Uboldo, e d' Origgio capacissime sono a consumarlo interamente; e purchè le comunità di Lainate, e di Rò si piglino un po' di sollecitudine a suo pro, sarà sempre in poter loro d' obbligare li possessori a mantenere abilitati li canali delle diramazioni. Qui sta tutto il punto. E già dall' Eccelsa *Giunta ne hanno* esse l' autorità; e se dopo alquante piene spediranno a vicenda i loro deputati ad esigere le pronte spurgazioni de' cavi di diversione, nè pure una stilla delle piene del Bozzente s' avanzerà ad inquietare le loro abitazioni.

Imperciocchè qual si sia ben inteso piano in materia d' acque, e de' torrenti, non va disgiunto giammai dall' industria degli uomini; e sarebbe un inganno il persuadersi, che le cose in avvenire debbano procedere ottimamente di per se, giusto come si sono disegnate, senza vigilanza, e la mano degli esecutori. Anche un perfettissimo orologio ha bisogno in breve spazio di tempo d' essere nuovamente caricato e restituito al primo sistema; ed il solo interesse de' possessori inferiori è quel mezzo, che terrà desta la prontezza, ed il zelo dei superiori.

Mi si opporrà, che nello scorso anno 1761. una parte della piena del Bozzente si è inoltrata fino a Rò. Mi giova il rilievo, perchè mi vale a torre molti inganni popolari; e però rispondo con progresso

di una verità in un' altra. Primieramente concediamo per poco, che il caso di quella inondazione si potesse riferire al Bozzente. Certamente non sarebbe un mediocre vantaggio, che non essendo ancora il piano interamente eseguito, ed in un anno stravagantissimo per le dirotte piogge di primavera, e quasi continui temporali nella state, delle quaranta, e più piene del Bozzente due sole si fosser fatte vedere in Rò, e non già in quella copia d' acque, la quale altre volte prolungava l' inondazione per più giorni. Riflettasi, che de' canali di diversione altri allora non erano fatti, ed altri rimanevano tuttavia imperfetti; e perciò una massima parte de' boschi d' Origgio rimase in asciutto. I cavi d' Uboldo non erano interamente aperti; ed a quello di Geranzano mancava la prescritta larghezza delle 5. braccia sul fondo; e quindi dee parer anzi strano, che un piano cotanto imperfetto nelle sue diramazioni potesse consumare tante piene. E guai alle terre inferiori, se le straordinarie piene de' tre torrenti, accadute nell' anno scorso, si fossero incontrate nello stato di prima, cioè di congiungersi tutte nel solo alveo vecchio del Bozzente.

Ma passiamo finalmente ad iscoprire l' equivoco di voler ascrivere alla piena del Bozzente la mentovata inondazione delle strade di Rò, originata da altre acque, e torrenti; e dirò come. Due minori torrenti, l' uno denominato *la Mascazza*, e l' altro *la Comasina*, hanno la loro origine, il primo nel territorio di Turate dall' acque pluviali, le quali cadono su quelle brughiere; il secondo nel territorio di Cislago da molti scoli delle terre superiori. Or questi due torrenti non si fanno vedere, se non nel caso assai raro di qualche scoppio di temporale, che rovesci su questi due territorj una qualche dirottissima pioggia. La loro durata però è assai breve, ed amendue sboccano nel vecchio cavo del Bozzente, dove uniti menano una copia d' acque uguale alla metà d' una piena del Bozzente medesimo. Non sempre però decorrono allo stesso tempo per la distanza de' luoghi della loro origine. Ma la dura condizione si è, che questi due piccoli torrenti dal vecchio cavo del Bozzente, dove hanno l' ingresso, in Cislago, ed in Geranzano, non possono divertirsi in altre diramazioni al di sopra; e però interamente si portano parte sulla strada, che conduce a Rò, alla sinistra della brughiera d' Origgio, e parte nel circondario di questa ad isfogarsi dallo scaricatore, per incamminarsi a Lainate, e poscia a Rò. Or nella state dell' anno passato un fierissimo temporale versò una grandine desolatrice sopra il territorio di Turate, con pioggia impetuosissima, la quale ancora si distese al territorio di Cislago. Gli abitanti di Rò, li quali prima soffrivano le inondazioni del Bozzente, e sotto questo solo nome comprendevano le acque tutte del Gardaluso, di Tradate, e d' altri

minori torrenti, in vista d'altra piena dissero ad una voce, che il Bozzente aveva fatto ritorno a Rò, e che il cavo Borromeo, e le tante diramazioni non bastavano a consumarlo. Per chiarirsi, o dell'inganno comune, o della vera origine del disordine, si spedì frettolosamente una visita di Periti al cavo Borromeo fino a Cislago, li quali riferirono, che di questo avvenimento non se ne poteva incolpare il Bozzente, ed il suo corso nuovamente introdotto; che il cavo vecchio abbandonato del Bozzente correva gonfio in altezza di due braccia; per esservi entrati allo stesso tempo li due torrenti della Comasina, e della Mascazza, li quali sul vecchio loro corso a dirittura s'erano incamminati sulla strada di Rò. Ho voluto stesamente riferire questo accidente, acciocchè da qui in avanti non tutte le acque, le quali decadono necessariamente a Rò per inevitabile condizione del luogo, si chiamino acque del Bozzente.

Giace il borgo di Rò in un piano assai depresso, verso dove da tutte le strade di quel contorno per lunghissimo tratto decorrono le acque degli scoli delle campagne a guisa di picooli torrenti, li quali si uniscono sulla strada prossima al famoso Santuario della Madonna. Or tutte queste acque, sul vecchio modo di pensare, e di parlare, si chiamano acque del Bozzente, quantunque non v'abbia d'esso la minima parte.

Conosciute le diverse origini d'altri minori torrenti, o d'altri copiosi scoli d'acque, a me pare, che sarebbe un ottimo provvedimento quello di meglio abilitare l'antico cavo in vicinanza del tempio di Rò, e continuarlo fino ad isboccare nel prossimo fiume: altrimenti non si va al riparo delle abitazioni sottoposte a simiglianti, ed inevitabili irruzioni d'acque. Egli è bensì vero, che le più formidabili inondazioni, e di più lunga durata tolte ora sono da Rò colla diversione de' tre maggiori torrenti; ma è altresì verissimo, che un ruscello, non che un torrente, farebbe allagamento in tutte le contrade di Rò, quando quivi non avesse nè corso, nè alveo, nè sfogo; e mi ha fatto sempre maraviglia, che a tante acque, le quali per condizione del sito da' contorni superiori decadono nelle sue contrade, non siasi aperto un moderato canale per contenerle, ed ispedirle prestamente nell'Ollona.

Mi si dirà, che ne' tempi andati prima del congiungimento dei tre torrenti, li vecchi del paese non si ricordano, che decorressero a Rò cotesti minori torrenti della Comasina, e della Mascazza, ed altri scoli. Rispondo in primo luogo, che delle cose, le quali avvengono di rado, se ne smarrisce assai presto la memoria; e molto più, quando non ci lasciano una ben'alta impressione o del loro danno, o di un rilevante vantaggio. Ma poi io qui soggiungo una massima, la quale non ammette eccezione; ed è, che a' nuovi disordini voglionsi

contrapporre nuovi provvedimenti. Il torrente Mascazza a' nostri dì è cresciuto a segno d' uguagliare talvolta un mezzo Bozzente nella copia dell' acque, non già nella durata. La coltura, la quale vassi sempre più introducendo ne' boschi, e nelle brughiere, sarà sempre quella fatale origine dell' accrescimento di simili temporanei torrenti, allo sfogo de' quali non bastano le strade pubbliche, ma vi si richiedono manofatti canali.

CAPITOLO V.

Alcune generali eccezioni al Piano della separazione dei tre torrenti.

L' invenzione de' progetti, e de' ripieghi a riparo de' pubblici disordini, suol essere di pochi assai. Ma per lo contrario di moltissimi sarà sempre il genio, ed il campo di muovere opposizioni: o sia perchè le difficoltà, le quali accompagnano qualunque bene studiato progetto, più facilmente si affacciano alla vista di quelli ancora, a' quali manca acutezza, e penetrazione per vederne lo scioglimento; o sia perchè questa è l' ordinaria condizione degli uomini, ritrosi a produrre qualche cosa del suo, ma dispostissimi a sindicare gli altrui pensamenti. Sia come si voglia, oltre le particolari difficoltà già prevenute, e sciolte in questo Trattato, ve ne sono altre più universali contro il piano della divisione de' tre torrenti. V' è stato non ha molto tempo, chi disse in tuono da profeta di temere assai, che la diversione de' torrenti pe' boschi, e nelle brughiere rialzerebbe nel progresso degli anni colle ghiaie, ed interrimenti il loro livello, fino ad uguagliarlo con quello della caduta de' torrenti dalle loro valli; ed in tal caso, dove noi allora, diceva egli, incammineremo li tre torrenti? Una simile opposizione, o ricerca più a proposito dovrebbe riserbarsi a quel rimotissimo tempo, nel quale si compirà realmente il detto allegorico del profeta, che ogni valle si empirà, ed ogni monte, e colle vedrassi umiliato, e ridotto al livello de' piani. Allora sarà, che siccome in quell' universale disordine, cagionato nel corso di più secoli dalle piogge, e dalle acque correnti, saranno costretti gli uomini a trovar ripiego a cento cose, e segnatamente al corso de' fiumi, a' quali verrebbe meno la caduta, e la natural pendenza dal monte al piano; così anche dovrà pensarsi al modo di dare a questi tre torrenti un altro regolamento conforme alla novità delle cose di que' tempi, che ben tardi vedrà la futura posterità; nè a noi torna a conto di volercene anticipare o la malinconia, od il cruccio. Tutti sanno, che dal corso delle acque si spianano incessantemente i colli, e si rialzano le valli; e non

pertanto tutti tranquillamente conducono le inalveazioni de' torrenti, e de' fiumi dal monte alle valli, e da queste ne' piani più bassi. Su questa norma della natura si è fatta da noi la separazione de' torrenti, e la loro inalveazione, e diversione de' siti più alti al piano de' boschi, e delle brughiere; nè ci siamo creduti in obbligo di antivenire nel nostro piano anche il caso di cotesto alzamento delle valli, e depressione dei colli.

Ma poi per accostarci più al fatto, di che si tratta, il solo cavo Borromeo ci sgombra d'ogni timore. E non è egli vero, che il Gardaluso, ed il Bozzente insieme uniti in questo cavo, per anni cento, e più, sono iti a' medesimi boschi, e brughiere di Geranzano, di Uboldo, e d'Origgio? Dove sono cotesti strani alzamenti de' loro piani? Le acque vi decorrono ora, come ne' tempi andati, e con tanta declività, che ne' boschi d'Origgio, ed altrove fa mestieri di moltiplicare le briglie, e i sostegni. Se adunque li nostri antichi hanno profittato del vantaggio di queste diversioni per più d'un secolo, ne avanzeranno ancora molti altri secoli a' nostri posteri per farne buon uso.

Vi sono altri ancora, li quali sulla stessa foggia fanno i loro indovinamenti, e vanno dicendo, che per le stessissime cagioni della coltura delle valli si accresceranno le piene de' torrenti ne' tempi avvenire, e sarà d'uopo pensare ad altri nuovi partiti. Sia così, come si predice. Ma mi pare, che basti, che noi pensiamo alla nostra età. Lasciamo a' posteri i provvedimenti d'allora; così tutti faranno la loro parte. E siccome noi abbiam fatto qualche cosa di più di quello a che pensassero li nostri vecchi nel piano *del celebre contratto* Borromeo, separando in oltre il Gardaluso dal *Bozzente*; così ancor quelli, per simil cagione d'altri nuovi accrescimenti d'acque, faranno altre separazioni. Ad ogni secolo toccano i suoi guai; nè in tanta incostanza di stagioni, e delle cose del mondo v' ha luogo ad uno stabilimento eterno. E disse pur bene il p. Castelli nell'introduzione alle sue considerazioni intorno alla Laguna di Venezia: *che egli s'induceva a proporle non già per rendere assolutamente immutabile, ed eterno lo stato delle cose, impresa impossibile in tutto quello, che avendo avuto qualche principio, dee ancora avere necessariamente il suo fine; ma almen per prolungare a molte, e molte centinaia d'anni il pericolo ec.*

Altra eccezione ho udita farsi, ed è, che alcune parti più basse de' boschi, anzichè riceverne vantaggio da queste diramazioni, sentono danno o dall'altezza delle acque, e dalla troppo lunga loro dimora, o almeno dalla ghiaia, che di quando in quando il torrente vi conduce. A questo rilievo contrappongo la massima del p. Castelli nell'affare della laguna. *E prima dico, che reputo totalmente*

impossibile fare operazione nessuna, per utile che sia, che non porti seco ancora qualche danno, e però deesi molto bene bilanciare l' utile, ed il danno, e poi abbracciare il men dannoso partito. Così è. Si confrontino le passate inondazioni di tante terre, e villaggi con poche piante danneggiate d' un qualche boschetto; e poi si elegga *il men dannoso partito*. Possibile che una sì leggieri bagattella venga ora in confronto col pubblico bene? Ma tant' è; tutti siam fatti così; e più ci duole un menomo privato danno, di quello che ci travagliasse per l' avanti l' udire gli altrui territorj iti sotto acqua, ed isteriliti dall' interrimento fattovi da' torrenti. Il solo vantaggio, che questi medesimi ne traggono, di moltiplicare nuovi boschi, quant' è rilevante? Non è egli vero, che tutti ora fanno a gara per derivare queste acque sopra vastissimi, e sterilissimi piani di terreno incolto? Nel corso di soli due anni quante piantagioni si son fatte, e quanto s' è promossa la cultura de' boschi?

Tutto va bene, ripigliano altri; ma egli e verissimo, che alla perfezione di questo piano si potevano aggiugnere altre opere di gran pro: la rettificazione del torrente di Tradate, ed altre simili. A questo rilievo risponderanno li signori della Congregazione; che eglino hanno da principio bilanciate le spese col loro privato erario, e col frutto della difesa de' loro beni; e che tanto ad essi basta. Il di più oltrepassa le forze de' particolari possessori. Di grandiosi progetti si suol abbondare nel Mondo; ma de' mezzi per eseguirli v' è penuria da non potersi dir quanto.

Cert' uni ancora de' più parlatori passano a sindicare tutto il piano, come imperfetto assai, perchè meno semplice, e di troppe connessioni, e dipendenze composto; val a dire, perchè le terre di Lainate, e di Rò non possano andar esenti dalle inondazioni, altrimenti che col mantenere abilitati, ed iscavati i canali, e gli sfogatori delle diversioni di Geranzano, d' Uboldo, e d' Origgio. Pare loro un grande assurdo, e contrario alla semplicità d' un vero progetto, che la salvezza di quelle dipenda dalle diramazioni superiori. E perchè non si è trovato l' immediato scampo a tutti? Per questa ragione non va loro a verso il nostro piano; e a dirla poi ingenuamente, d' un gran cangiante farebbe mestieri, che colorito fosse qualsisia progetto, per conformarsi agli aspetti delle fantasie di tutti. Mi rispondano però ancor questi, se la città nostra di Milano sotto le sue mura nel canale del Redefosso possa andar esente dalle inondazioni del Sevesó, del Lambro, e dell' Adda medesima, le quali ci vengono dal Naviglio, senza l' uso attentissimo degli sfogatori superiori di Concesa, di Vaprio, di Modrone, e del Lambro? Chi dirà perciò, che il piano de' nostri Navigli imperfetto sia, o meno semplice? Se forse non vogliamo dire, che quando le acque de' torrenti non isfogate per di

59

sopra, e però nel loro colmo, arrivano a certo termine di corso, questi belli ingegni abbiano una segreta lor arte d' assotigliarle in un momento, e balzarle nuovamente sulle nuvole, donde furono scaricate. Coteste connessioni, e dipendenze dagli sfogatori superiori sono sempre necessarie in qualunque progetto, ove trattisi di scemare, o divertire torrenti; e si approfondi pure l' ingegno quanto si voglia, non si troverà altro partito giammai.

Finalmente rilevano molti, che si raffredderà ben presto l' impegno, e l' unione de' signori Interessati; che verrà meno il primo ardore, il quale in tutte le radunanze suol essere impetuoso, e breve; che poi ciascuno penserà a se solo, senza legame cogli altri, e di qui ne verrà il discioglimento, che si teme. Rispondo, che ciò non è da credersi, perchè fortunatamente accade in questo affare, che il pubblico bene non va disgiunto dall' interesse di ciascuno; e se quello si sconcerta, tutti ne risentono il danno. Il mondo è regolato dall' amor proprio, e quando questo cospira al pubblico vantaggio, rimane indissolubile qualunque società. Ma poi qui non si tratta di riformare la solita incostanza delle cose umane; e se questa considerazione avesse luogo, si potrebbono interdire da' pubblici congressi le deliberazioni più interessanti, le quali non si possono altrimenti appoggiare, che sul concorso sempre vacillante di molti.

Finalmente compiangono altri, che con questo piano di separazione de' torrenti ci siam tirata addosso un' incessante manutenzione. Ma di quante dispendiosissime manutenzioni, dico io, ci hanno caricato li nostri provvidentissimi antenati nella costruzione de' Navigli? Guai a noi, se un sì tristo, ed importuno pensiero gli avesse sgomentati. La risoluzione degli affari si decide non *coll' idea dell' ottimo*, ma di uno stato migliore il quale inchiude sempre un qualche minor male al paragone.

SOPRA

LA CAMPAGNA PISANA

RAGIONAMENTO

DEL SIGNOR DOTTOR

TOMMASO PERELLI

La campagna Pisana è distinta in pianura, collina, e montagna. La pianura è confinata a settentrione dalle montagne, che dividono lo stato Pisano dal Lucchese, a mezzogiorno dalle colline, a levante dalla Cecinella, fiume, che divide il territorio Pisano dal Fiorentino, e dai poggi di Montecchio, e a ponente dal mare. Questa pianura è il principale oggetto dell' ufizio de' fossi per la difficoltà, che vi è di regolare il corso delle acque, le quali sì per la montagna, che per la collina non hanno bisogno dell' assistenza dell' arte; e perciò dentro i limiti di detta pianura fu da noi ristretta la nostra visita, giacchè l' ufizio de' fossi fuori di essa non ha altra cura, che lo riguardi, che il mantenimento d' alcune strade, che non formano un oggetto molto considerabile.

Questa pianura è di lunghezza da bocca d' Era fino al mare di diciotto miglia in circa per linea retta. La sua larghezza poi è diversissima secondo le molte vaste tortuosità, che formano le radici dei monti, e delle colline, che la confinano. Lasciando da parte la pianura di Livorno, come di natura diversa, la maggior larghezza della pianura di Pisa è dalla parte del mare, ove dal confine di Lucca fino alla bocca del Calambrone si contano sedici miglia; e la minore larghezza, che è dal monte della Verrucola, fino alla collina di Perignano è di cinque miglia. Non è stata calcolata esattamente l' estensione della sopraddetta pianura per le tante irregolari sinuosità, che formano le radici delle suddette montagne, e colline, ma per le considerazioni fattevi vien giudicata essere la di lei superficie dugento miglia quadre, e di altrettanta, e forse maggiore ampiezza vien giudicata la superficie di quelle montagne, e colline, che mediante il loro declive tramandano le acque nella pianura suddetta.

Questa pianura si trova in istato quasi orizzontale, e con pochissima inclinazione verso il mare, che deve essere il ricettacolo delle di lei acque, e questa è la causa, che ella soffre tanti pregiudizj nel

corso ritardato, e difficultato dall'acque suddette, e che vi è necessaria una straordinaria, e perpetua diligenza per regolare il movimento delle medesime.

Le acque che infettano questa pianura, sono distinguibili in due sorte, estranee cioè, e naturali. L'estranee sono quelle che per mezzo dei fiumi procedenti da' paesi più remoti vi sono portate, e le naturali sono quelle, che dal cielo piovono sopra la suddetta pianura, e sopra la superficie de' monti, ed alle colline adiacenti, di dove poscia o per mezzo di rivoli, o torrenti scorrono nel piano, o per via di canali sotterranei tengono vive le scaturigini d'acqua, che in gran quantità per il mezzo di detta pianura si ritrovano.

Tutte queste acque dovrebbero portarsi al mare, e per portarvele non vi sono, come dimostra la carta, che cinque bocche, cioè la foce del Calambrone, la foce d'Arno, quella di fiume Morto, quella del Serchio, e l'esito del porto di Viareggio, ove comunica il lago di Maciuccoli, nel quale scolano diverse campagne del territorio Pisano. Se a qualcheduna di queste cinque foci potessero portarsi tutte le acque, che sopravvengono nella provincia Pisana, con un moto regolare, e ristrette in canali atti a riceverle, la naturale fertilità della campagna, e la benignità del clima renderebbe il paese uno dei piu floridi dell'Italia; ma la poca inclinazione che abbiamo di sopra accennato, che ha questa pianura verso il mare, forma in diverse parti potenti ostacoli al moto delle sue acque naturali, che sono perciò sottoposte a spessi stagnamenti, altri temporali, altri perpetui; e l'impeto, con cui talvolta corrono per la pianura suddetta le acque straniere espone il paese all'altro *male dell'inondazioni,* talchè per l'una, e per l'altra di queste *naturali disgrazie* resta notabilmente offesa la salubrità del suo, per altro delizioso soggiorno, resta una parte del suo terreno ben considerabile totalmente inutile, e un'altra assai pericolosa, e resta priva della popolazione, di cui sarebbe in tanto maggior numero capace, e di cui avrebbe necessità per render più leggiero agli scarsi suoi abitatori il peso della vigilanza continua, che bisogna impiegare per difendersi da simili infortunj, e del dispendio annuo, che per tal causa convien soffrire.

Riassumendo la distinzione da noi di sopra proposta delle acque di questa provincia, è da considerarsi, che l'acque estranee vi sono portate dal fiume Arno, e dal fiume Serchio, i quali siccome corrono col pelo delle loro acque superiore al piano della campagna, così sono quasi per tutto il loro corso sostenuti con argini alti, e potenti, e sono perciò incapaci di ricevere in se lo scolo delle pianure adiacenti, che restano più basse. Sicchè prescindendo da alcuni pochi influenti di cui si parlerà a suo luogo, si può dire generalmente, che questi due canali sono i ricettacoli delle acque straniere, e che

solamente le altre tre foci del Calambrone, del fiume Morto, e del lago di Maciuccoli servono a scolare le acque della campagna Pisana, la quale perciò si divide comodamente in tre parti; la prima, cioè interposta tra il fiume Arno, e le colline, che più comunemente si chiama Valdarno, e la seconda giace tra l'Arno, ed il Serchio, che tutta sbocca in fiume Morto; e la terza situata di là dall'argine destro del Serchio, che scola nel lago di Maciuccoli.

Per seguitare adunque la divisione naturale del paese, prima parleremo del corso di detti fiumi Arno, e Serchio, e passeremo poi a considerare le altre tre porzioni di pianura colla foce, che ciaschedun ha per lo scarico delle sue acque, notando in ciaschedun luogo le osservazioni che nella visita a noi commessa furono fatte per benefizio di questo importante territorio.

DEL FIUME ARNO.

Il fiume Arno nasce dalle montagne dell'Appennino, e traversando la Toscana da levante a ponente prende la maggior parte delle acque di tutta la provincia, e le porta nel territorio Pisano, ove entra alla foce della Cecinella, e per mezzo di detto territorio le scarica in mare con un corso alquanto tortuoso di trenta miglia incirca.

Queste acque portano alla città di Pisa, e sue campagne adiacenti il comodo di avere un fiume navigabile; ma dall'altra parte espongono il paese a diversi incomodi, il primo, e più essenziale de' quali è il pericolo delle inondazioni, che bene spesso hanno desolato la parte più coltivata della campagna, e afflitto con danni notabilissimi anco la città.

A queste inondazioni tutti i luoghi adiacenti ai fiumi vi sono in qualche modo sottoposti, e forse quando il caso porta una combinazione contemporanea di eccessive pioggie, e di liquefazioni di nevi, vi sono sottoposti senza che l'arte possa portarvi alcun rimedio. Non ostante per discorrere delle cause, che più particolarmente espongono il territorio Pisano a questa disgrazia, è da osservarsi, che il letto d'Arno è talmente rialzato, che se non fusse con argini ben forti accompagnato per tutto il suo corso, traboccherebbe le sue acque per tutta la pianura, la di cui salvezza perciò consiste nella stabilità, e custodia continua di questi argini, i quali hanno bisogno in tempo delle piene di essere molto ben guardati dall'assistenza de' circonvicini abitanti, che in gran numero, e muniti di certe regole vi accorrono per riparare ove l'impeto del fiume minaccia di superare la resistenza che si trova opposta.

Questo fiume adunque col pelo dell'acqua superiore alla campagna

corre con tal mole, che bene spesso rompe, o pone in pericolo i suoi argini, e corre per un letto tortuoso, nelle quali tortuosità non può far di meno di non perdere alquanto di velocità, e di alzarsi a proporzione di corpo, il che gli accade in diversi altri luoghi, ove la larghezza del letto è più smoderata del dovere.

Di queste tortuosità, le più nocive vengono considerate, una appunto avanti di entrare in Pisa, che l'impedisce di imboccare per un canale diritto nel ponte della Fortezza; e l'altra sotto Pisa in un luogo detto Barbaregina, e l'altra alla foce del fiume vicino al mare, le quali in altri tempi da Viancenzio Viviani, e da Cornelio Meyer fu proposto che si levassero, ponendo il fiume in dirittura, il che avrebbe fatto due buoni effetti, l'uno di togliere l'ostacolo all'impeto del fiume, che lo fa in tali trattenimenti crescere di corpo con pregiudizio degli argini superiori, e l'altro il risparmiare la grande e quotidiana spesa, che per difendere le ripe si richiede in tal tortuosità, come massimamente è accaduto in quella di Barbaregina.

A questi impedimenti alla velocità dell'acque, che accadono in più luoghi del suo corso, si aggiunge quello, che incontra nella foce, la quale ponendo in mare in una spiaggia di acque basse, non può in conseguenza spingere molto avanti, ne precipitare in luogo profondo le arene, che seco porta, ma restano depositate intorno alla foce, e vi fanno alle volte una specie di banco, che difficulta, e ritarda lo sbocco del fiume istesso con gran pregiudizio della velocità, non solo necessaria in tempo di piena a conservarsi, ma del suo letto ancora, che per tal causa è costretto a rialzarsi. E questi banchi di arena, che si trovano alla foce d'Arno, si dà il caso bene spesso, che sono fortificati, e accresciuti dal movimento del mare, il di cui lido, particolarmente ove le acque son basse, ognuno sa essere a tali variazioni molto soggetto.

Il vento ancora, che domina la foce d'Arno può essere alle volte un temporaneo, ma potente ostacolo alla velocità delle acque, le quali incontrando i flutti marini straordinariamente rigonfiati, e cresciuti di corpo, e spinti dalla forza del vento verso il lido, non possono contro una forza così grande proseguire l'ordinario corso, anzi regurgitano per gran tratto di paese con gran pericolo delle campagne superiori, quando si dà la combinazione delle piene grandi, e l'impeto de' venti opposti alla detta foce.

Per tenere la foce d'Arno più libera dai mentovati impedimenti si sa, che fu proposto dai detti Viviani, e Meyer di farvi un nuovo taglio per togliere al fiume vicino al mare tutte le sue tortuosità, e farlo sboccare in mare per un canale diritto, e quindi prolungare la foce di questo canale per qualche tratto anche nel mare medesimo, con accompagnarlo con certe sassaie, e scogliere sostenute da

palizzate, e con procurare di tenere la larghezza di detta foce più angusta di quel che era, acciò accrescendosi la velocità dell' acque si potesse mantener sempre la desiderata profondità, e potesse accompagnare lo scarico delle arene più addentro nel mare, che fosse possibile, e in luogo perciò d' acqua più profonda, ove si potessero disperdere senza timore.

La Relazione più esatta di questi lavori, giudicati espedienti per la buona direzione del fiume Arno, si può vedere originalmente nel Discorso del detto Cornelio Meyer ingegnere Olandese, che l'ha impresso nel suo libro intitolato l' Arte di restituire a Roma la tralasciata navigazione del suo Tevere, e nella Relazione di Vincenzio Viviani del dì 12. Aprile 1684. impressa nella Raccolta degli Autori dell' acque, e fatta al Granduca Cosimo III. in occasione della Visita, che in compagnia di detto Meyer fece in quel tempo alla campagna Pisana, e che per occasione di una grandissima piena accaduta sotto dì 19. Maggio 1680, che allagò la città, e la pianura, si vede, che regnava un gran timore di simili inondazioni, e risvegliò perciò l'attenzione di S. A. R. la quale fece in quel tempo per editto pubblicare, che chiunque avesse qualche rimedio da proporre per esimere la città per l' avvenire da simili disgrazie lo proponesse a fine di potervi sopra deliberare; e si vede che diversi cittadini Pisani distesero i loro pareri, che furono poi dal Granduca fatti esaminare al detto Meyer, ed al Viviani, come resulta dalle loro Relazioni, alle quali mi riporto.

È ben vero, che dopo questa visita, e dopo queste relazioni, certo è, che i lavori che furono dai Periti concordemente proposti, non sono stati effettuati, e o fosse che il progresso del tempo dileguasse il timore della sofferta inondazione, o che la spesa necessaria in detti lavori e che passava ventimila scudi l' impedisse, non si sa che dall' ufizio de' fossi sia stato mai dato principio ai medesimi. Si sa bene che dopo l' inondazione del 1680. fu fatto un general rialzamento degli argini d' Arno, e delle sue sponde in città; onde può essere, che per allora giudicassero questo riparo sufficiente senza entrare nella spesa di altri lavori.

Riassumendo in oggi le osservazioni in quel tempo fatte, certo è che Arno si trova esposto agl' istessi inconvenienti anco di presente, mediante il rialzamento del letto, che sempre cresce, e attese le tortuosità sopraccennate, che tuttavia sussistono, e altri luoghi, dove per la troppa ampiezza dell' alveo perde di velocità, e l'altre difficoltà, che si trovano alla di lui foce. Perciò non può negarsi, che i lavori proposti in quell' occasione, da quei valentuomini non fossero per essere utilissimi, perchè tutti tendenti a conservare al fiume la velocità necessaria, e per conseguenza la bassezza dell' acqua.

Siccome utilissimo sarebbe non avendo in vista altro che quest' oggetto, procedere inoltre a togliere tutte le altre tortuosità del fiume Arno, oltre quelle accennate, come sarebbe quella tra Riglione, e S. Casciano, e generalmente ridurlo in un canale diritto da Pontadera a Pisa, come fu pensiere del celebre architetto Bernardo Buontalenti. Ed ottimo consiglio inoltre non può negarsi, che sarebbe l' ampliare le luci de' ponti di Pisa, che troppo anguste riescono alla mole dell' acque, che vi deve passare, e dal perpetuo rialzamento del letto d' Arno sempre più si vanno angustiando, secondo che spiega, e propone Vincenzo Viviani in detta sua Relazione.

Ma tutti i progetti per utili che siano, quando sono notabilmente dispendiosi, sempre è solito, che se ne aspetti la necessità evidente, onde siccome la città di Pisa dal detto anno 1680. in qua non è stata inondata, e le inondazioni, che di poi sono seguite per la campagna, siccome quelle, che precederono la detta inondazione del 1680. non può dimostrarsi, se non ostante l' opposizione di tutti questi rimedj fossero per accadere, o nò; poichè in verità possono darsi tali combinazioni di eccessive piogge, e di subite liquefazioni di nevi e di venti contrari alla corrente del fiume, per cui la mole dell' acqua superi ogni riparo possibile, che così questa incertezza congiunta ai rari trabocchi nella città, che sogliono essere quelli di maggior danno, e che più destano l' attenzione de' cittadini, credo, che sia stata causa, che non sia stato per anco intrapreso alcuno dei lavori sopra notati, per non aggravare di un dispendio così insigne il paese già dissastrato, e che è forzato a succombere in questa materia a diverse altre spese più indispensabili, e di più *manifesta e presente* utilità.

In fatti l' allargare i ponti di Pisa, quantunque non possa negarsi, che in tempo di piene fussero per essere più opportuni, sarebbe una spesa, la quale nelle circostanze presenti non pare proponibile, perchè supera le forze del territorio Pisano; e similmente il ridurre Arno in canale, oltre la spesa grandissima, porterebbe qualche pregiudizio assai notabile alla navigazione, la quale recando tanti altri vantaggi al paese, non bisogna perdere di vista, mentre si tratta di difenderlo dalle inondazioni, finchè almeno vi resta qualche altro riparo compatibile.

Tali riflessioni di economia potrebbero anche fortificarsi in gran parte, considerando, che nell' inondazione d' Arno ultimamente seguita dopo la nostra visita nel 3. di Decembre 1740. con tutto che fusse delle più insolite, e che restasse allagata la città di Firenze molto meno esposta a simile infortunio che quella di Pisa, e tutte le campagne della valle d' Arno superiore, e inferiore, non ostante Arno in Pisa non fece verun male, e la maggior parte della pianura

adiacente restò salva; onde tanto meno potrebbe credersi necessario l' intraprendere una spesa notabile per liberarsi da un male, che può sperarsi remoto.

Ma dall' altra parte bisogna ancora fare riflessione, che le inondazioni con tutto che accadano di rado, quando però succedano particolarmente nella città, sono causa di un danno così grave, e così universale, che non vi è spesa, che tutti allora non volessero avere impiegata per prevenirlo. E il male non è di tal sorte, che si possa indugiare a porvi riparo al tempo che arriva, perchè allora non vi è forza d' uomini, nè somma di denaro, che basti, ma bisogna avervi con preventivo consiglio poste in opera tutte le cautele possibili in tempo opportuno, e trattandosi di cautele, non è un inconveniente che alcuna di esse, e anco la maggior parte resti superflua, perchè basta, che una sola in un tempo giovi, perchè la spesa di tutte si possa dire ben fatta.

Bisognerebbe ignorare la Storia Pisana che ci assicura di casi più volte seguiti a questa città di simili inondazioni, le quali quando accadino, due, o tre volte in un secolo, non si può dire che accadano raramente, se si considera il male, che fanno, e il gran numero delle famiglie che ne soffrono, onde quel che è accaduto altre volte non vi è ragione veruna per lusingarsi che non possa accadere ancora in avvenire, essendo la natura l' istessa; anzi abbiamo una ragione potentissima per accrescere il timore, perchè nel progresso del tempo contro le inondazioni restano i medesimi, e le cause, che producono le inondazioni sempre crescono, perchè cresce il rialzamento del letto d' Arno, il quale forzerà sempre a raddoppiar l' attenzione, e la spesa per difendersi dall' impeto del fiume, e se nella detta inondazione del 1740. la città non patì questo, non si può prendere per regola in avvenire, perchè potè esserne la cagione, che l' Era, l' Elsa, l' Ombrone ed altri fiumi sotto Firenze non combinassero le loro massime piene con la massima piena d' Arno, il che può non seguire un' altra volta, e potè essere ancora, che l' istesso avere Arno inondato tutte le campagne del territorio Fiorentino facesse portargli le sue acque più basse nel territorio Pisano, il quale però restasse sano, nei quali accidenti, come ognuno vede, non è prudenza sperare, tanto più che la memoria è ancora fresca di quanto poco, ciò non stante mancasse al fiume a traboccare le sponde di città, e quale strardinario sforzo ci volle per gli uomini, che difendevano gli argini, i quali furono più volte in pericolo prossimo di perdersi.

Sicchè quanto sia vanità il lusingarsi, che le cautele che l' arte insegna debbano in tutti i casi, e in tutti i tempi resistere all' impeto della natura, altrettanto però è irragionevole sul fondamento,

che questo impeto è alle volte irresistibile, di addormentarsi per sempre, e negligere di fare quel che si può, perchè le cautele alle volte non bastano nella maggior parte de' casi, però producono tutto il loro profitto, e la prudenza esige, che si attenda a ciò, che più spesso suole accadere; il che tanto più deve in questo caso apprendersi, quanto che il rialzamento che continuamente fa il letto di Arno, fa prevedere, che nel progresso del tempo sempre maggiore sarà il pericolo.

Di questo rialzamento del letto d' Arno si portano tali prove nelle due Relazioni di Vincenzio Viviani impresse nella Raccolta degli Scrittori delle acque, che è superfluo ragionare riportandomi a quelle. Solo per apparar bene la proporzione di questo rialzamento siccome non si sa, che sia stata mai fatta la livellazione del corso dell' Arno, fu creduto necessario di farla, e fu ordinato nella visita, che dai Periti in tempo opportuno fosse fatta con tutta l' esattezza dalla Cecinella fino al mare, acciò possa servire di regola in avvenire, e di precisa direzione nei lavori da intraprendersi, e delle cautele tempo per tempo da porsi in uso.

Considerata pertanto la preponderanza delle ragioni, che persuadono essere cosa utile pensare a difendersi dal pericolo di future *inondazioni*, fu creduto in primo luogo di dover pensare a fortificare generalmente, rialzare gli argini, i quali è manifesto che dopo il 1680. avevano bisogno almeno di quella maggiore altezza, che il letto del fiume con rialzarsi averà loro fatto perdere; e di questo bisogno già ne danno ocularmente in diversi luoghi indubitati *contrassegni*. Una tal cautela oltre all' essere la più ovvia, *e la più dimostrativamente* efficace, si giudica ancora, che *sia per ora la men dispendiosa*, non essendo per adesso gli argini d' Arno giunti a tale altezza da non poterla crescere, ne mantenere in appresso senza smoderato incomodo. Ma siccome con l' andare del tempo questo rimedio può mancare, perchè rialzando sempre più il letto bisognerebbe andare avanti col rialzamento degli argini a tal segno, che il costruirli, e il mantenerli si ridurrà una spesa eccedente; così pare cosa prudente fra tanto avere un occhio anche al tempo avvenire, e quando venga l' opportunità munirsi appoco appoco anche con altre cautele tendenti a raffrenare gl' impeti più nocivi di questo fiume, in proposito delle quali non possiamo che lodare ed approvare i lavori per tale effetto proposti nella detta Relazione del 1684. di Vincensio Viviani, de' quali prescindendo dall' allargare i ponti di Pisa, cosa secondo le circostanze presenti improponibile, e prescindendo dalla generale riduzione d' Arno in canale, cosa pregiudiciale alla navigazione, crediamo, che la maggior parte si possa mettere in *pratica* con profitto. E se per causa del loro dispendio *atterriscono* chi

ne deve soffrire l'aggravio, si possono intraprendere non tutti in un tempo, ma uno per volta, con rimettere alla discretezza di chi dovrà presciedere all'attuale direzione dell'ufizio de' fossi, lo scegliere quelle annate, che possono essere più scariche del solito dalle ordinarie imposizioni, affinchè il riparto di esse non sia troppo grave, e subito incomodo agli abitanti, i quali dall'altra parte devono restare persuasi, che trattandosi di liberare i loro terreni, e le loro case dalla desolazione, che cagionano i trabocchi d'Arno, questa sicurezza non la possono comprare, che con una porzione del loro danaro, non vi essendo altro modo per riparare a un male, che si può dire naturale di questa loro Provincia.

E pensando a distribuire con qualche giustizia la spesa, che per tali straordinarj lavori si dovesse fare, si riflette, che le inondazioni portano un grandissimo, e diretto pregiudizio alla città di Pisa, alle campagne adiacenti al fiume, che già sono tassate per il mantenimento degli argini, e indirettamente a tutto l'universale del territorio Pisano, che dall'afflizione della città, e delle sue migliori campagne resta pregiudicato; onde si crederebbe, salvo un più giusto calcolo, che nell'atto di far detti lavori dovrà farsi, che la spesa dovesse ripartirsi all'incirca per un quarto sopra all'estimo universale del territorio Pisano, e per il restante sopra le comunità obbligate agli argini d'Arno; e per alleggerire la spesa di questi lavori straordinarj, si crederebbe, che si potesse in tali casi procedere a delle Comandate parimente straordinarie, imponendo otto, o dieci opere per uomo sopra tutti gli abitanti dello stato Pisano.

Frattanto dovendo poi discorrere del corso d'Arno tale quale è, e prescindendo dagli accennati miglioramenti, che potrebbero opportunamente farvisi, la prima cautela consiste nel difendere le ripe, tali quali sono al presente, con prevenire, e riparare alle corrosioni, che il fiume tempo per tempo vi va facendo, nel che nè più facile nè meno dispendiosa regola si sa trovare, che l'avvertire, che dette ripe sieno tenute inclinate al fiume con moltissima scarpa, e vestite con piantazioni atte a far macchia, che fortifichi il terreno, e possa sfuggire l'impeto della corrente. Una tale avvertenza fu stimata molto necessaria a mettersi in pratica, perchè fu osservato nella visita, che le ripe nella maggior parte erano tenute negligentemente, e esposte perciò alle corrosioni, le quali corrosioni dilatandosi si approssimano col tempo all'argine, dalla di cui resistenza dipende nel tempo delle piene la salvezza della campagna. Questa negligenza procede, perchè i terreni fra gli argini, e le ripe sono per la più parte di piccola estensione, e sottoposti alle mediocri piene d'Arno, onde i padroni, che gli posseggono non sogliono avere molta attenzione in difendergli, e quando accade, che il fiume con qualche

corrosione cominci a minacciargli, sperano che l' ufizio de' fossi per cautela dell' argine farà nel fiume i lavori necessari; onde sopra a tal fiducia poco si curano di stare attenti, e prevenire, come potrebbero con piccola diligenza l' insulto di queste corrosioni.

Questa piccola cautela fu stimata dunque necessarissima a farsi osservare generalmente per risparmiare all' ufizio de' fossi una spesa notabile che per i passati tempi si vede fatta in riparare con lavori di sasso e di legname alle corrosioni, che ogni anno accadono in diversi luoghi delle ripe suddette, e siccome questa cautela non è di dispendio veruno, e di piccolissimo incomodo, così non fu creduto ingiusto darne il carico ai possessori de' terreni che formano la ripa medesima, e fu stimato perciò doversi pubblicare un editto, ove si assegnasse un termine a' detti possessori ad avere scarpata la propria ripa in forma che la scarpa sia un braccio di pianta almeno per ogni braccio di altezza della medesima ripa, e con che la detta scarpa principj dal ciglio della ripa, e arrivi fino al pelo del fiume in acqua ordinaria; ed un termine ad aver vestita, e piantata la ripa suddetta almeno in questo principio, con un filaro di vetrici parallele al corso del fiume, e con che l' obbligo di mantenere la ripa in tale stato s' intenda essere loro perpetuo, e che ogni anno nel mese di Agosto debbano avere compite le ripiantazioni a tale effetto necessarie; e per l' osservanza di questo regolamento, ed altri ancora, che occorressero, fu creduto espediente di stabilire l' uso di una visita ordinaria da farsi due volte l' anno, con l' intervento del provveditore dell' ufizio de' fossi, del suo ingegnere ordinario, e del matematico, che di tempo in tempo sarà deputato, affinchè nel mese di Aprile possino osservarsi i danni, che ha fatto il fiume nel passato inverno, e ordinarvi i ripari necessarj, e nel mese di Settembre osservata l' esecuzione di tali ripari per cautela dell' inverno avvenire, e tenuti in tal guisa in osservanza molti ordini precedentemente ne' passati tempi pensati per il mantenimento degli argini, e delle ripe, e in ispezie il sopraccennato Editto per tenere dette ripe scarpate e vestite, il quale in sequela di quanto fu nella visita risoluto, è stato in appresso dal magistrato de' fossi pubblicato.

Le sopraddette cautele, è credibile, che diminuiranno in parte le annuali corrosioni del fiume, ma non è però possibile che tutte le impediscano; onde quando accadano, bisognerà pensare in primo luogo, se sia opportuno il ripararvi, e secondariamente con qual metodo sia più facile ottenere questo riparo.

Il riparare alle corrosioni delle ripe, è sempre spediente, quando non occorre in ciò fare dispendio notabile, e che non conviene altro, che dare qualche maggiore scarpa alla ripa medesima, o farvi qualche piantazione, o qualche altro piccolo, e facile lavoro; ma quando

si trattasse di lavori murati, o di palizzate, che esigessero gravi spese, certo è, che bisogna avvertire, se la ripa, che si vuol difendere, è vicina all' argine, o lontana. In caso che sia lontana, e che l' argine perciò non sia posto in pericolo, e che la prudenza non richieda per altre cause di raffrenare in quel luogo per l' appunto l' impeto del fiume per forzarlo ad una migliore direzione, è da notarsi, che un lavoro murato, e per conseguenza dispendioso, non serve in tal caso ad altro, che a salvare la sola striscia di terreno, che è tra la ripa, e l' argine, nel che bisogna avvertire, che la spesa del lavoro che si fa, non sia sproporzionata al valore del poco terreno, che si difende, come più volte nel fare la visita dei lavori fatti in Arno, e nel Serchio, ci è riescito osservare. E perciò bisogna che tempo per tempo i Periti, che ordineranno i lavori da intraprendersi, per difesa di tali corrosioni, abbiano molta avvedutezza in commettere simili ordinazioni, avendo l' occhio piuttosto alla buona direzione del fiume in generale, che ai lamenti alle volte troppo pressanti di qualche privato possessore di detti terreni, e considerando, che quando furono costrutti gli argini, fu tutto lo spazio intermedio abbandonato, e destinato, per letto del fiume; e che la prudenza, e l' uso vuole, che si difendano le ripe, quanto solamente è necessario per un preventivo riparo degli argini medesimi, i quali non è dovere, che s' indugi a vedergli dalla forza del fiume malmenati, e corrosi.

Quando poi si tratta di ripe vicine agli argini, anco in tal caso bisogna avere avvertenza se piuttosto che intraprendere lavori dispendiosi nel fiume, sia più espediente ritirare l' argine addietro, il che nei luoghi, dove il terreno non è molto valutabile, come da Pisa verso il mare, può agevolmente farsi, quando non osti la considerazione di non dare all' alveo del fiume in qualche luogo un' ampiezza eccedente, come di sopra abbiamo notato, per l' osservazioni scritte nelle Relazioni del Meyer, e del Viviani. E generalmente nella nostra visita fu creduto, che da Barbaregina in giù verso il mare, ove il fiume ha la macchia di S. Rossore dall' una, e la macchia di Tombolo dall' altra, i lavori murati siano un dispendio inutile.

Quando poi veramente la necessità porti, che la ripa si difenda dentro il fiume, si ebbe campo di osservare, che i pignoni o puntoni di sasso, che in troppo abbondante quantità si vedono messi in uso nel corso d' Arno, e del Serchio, non hanno prodotto quel felice effetto, che potrebbe sperarsi, dal dispendio notabile, che vi si richiede o per esser troppo rilevati sopra il pelo dell' acque ordinarie, o per esser troppo inclinati contro la corrente del fiume, onde alcuni sono restati inutili affatto, altri sono stati scalzati, e posti in isola dalla forza dell' acqua, che vi percuote, ed altri hanno cagionato un' altra corrosione nella ripa opposta, da cui è venuta la

necessità di un nuovo dispendio; perciò i Periti avendo considerato la natura di questo fiume in questo territorio, in cui corre senza pietre, e senza ghiaia, hanno creduto, che dovendo munirsi le ripe per riparare, o prevenire le corrosioni, sia meglio in avvenire, tralasciando il riparo troppo dispendioso dei puntoni, il rivestire, e armare le dette ripe di sasso sciolto di cava, in quella maniera, che dal sopralodato Vincenzio Viviani, viene prescritto nelle citate Relazioni. Un tal modo di operare, oltre al risparmio della spesa molto minore per ogni conto, che è quella dei ripari soliti praticarsi fino al presente, riuscirà sempre di più facile mantenimento, ne darà occasione alle diverse riflessioni della corrente del fiume, e al tormento delle ripe opposte, e molte volte al serpeggiamento del letto, che in conseguenza suole avvenire. Giova anche avvertire, che in que' casi ancora, ne' quali la fabbrica dei puntoni venisse creduta indispensabile, come nel caso di dover difendere qualche fabbrica contigua alla ripa del fiume, o in altri simili, si osservi di dare ai medesimi molto maggiore scarpa di quella, che si è costumata finora; e nel regolare la direzione dei medesimi si abbia riguardo a indirizzare la corrente del fiume verso i luoghi più fortificati, e meno esposti; per il medesimo motivo si giudicano pure inutili le palafitte, e steccate di legname ripiene di pietre, e terreno per difendere le ripe adiacenti ne' siti opposti alle corrosioni, facendo vedere l'esperienza, che simil sorta di lavori nei letti dei fiumi senza la conveniente scarpa non si sostengono, anzi dall'impeto dell'acqua, che urtando perpendicolarmente nei medesimi si riflette verso il fondo, e si forma in vortici, vengone facilmente scalzati, e demoliti, rendendo in tal guisa sempre più deboli, e esposti alla rovina que' siti, a' quali con simile riparo pretendevasi di provvedere.

Dopo le ripe l'ultimo riparo è la custodia degli argini, i quali convien tenere con cautela nella fermezza, e altezza destinata; per la guardia di questi in tempo di piene vi sono buonissimi ordini nell' ufizio de' fossi, e in conseguenza di questi, tutti gli abitanti della campagna a ogni bisogno prontamente vi accorrono comandati da certi caporali a ciò destinati, ed assistiti in caso di maggiore urgenza dai ministri che l'ufizio vi spedisce, e procurano insieme con grande sforzo con subitanei ripari provvedere ai luoghi più minacciati dall'impeto dell'acque, nel che e per la forza degli ordini che vi sono, e per la pratica che hanno di tal cosa, e molto più per la pressantissima necessità che gli obbliga veramente ad essere in ciò diligenti, pare che tutti secondo il solito si compertino lodevolmente; onde in ciò non si possa aggiugnere cosa alcuna, e serve che si continui nell'osservanza degli usi antichi.

Per la fermezza similmente dei medesimi argini ottime sono le leggi

dell' ufizio de' fossi, che proibiscono seminare, e piantare sopra di essi, e a una certa distanza dalle loro radici, e molto più il farvi buche da grano, o per qualunque altro uso, e cose simili, e proibiscono la pastura, e il passaggio dei bestiami sopra di essi; e ne' luoghi, ove tal passo di bestiame è inevitabile, ve lo formano apposta murato, o in altra maniera, che la grossezza, e altezza dell' argine non possa patirne; onde sopra di ciò non è desiderabile altro, che la vigilanza in fare osservare dette leggi, e lo stabilimento della detta visita al fiume d' Arno, e Serchio da farsi annualmente, ove coll' ispezione dei Periti, potrà in tempo opportuno provvedersi ne' detrimenti, che avessero nel corso dell' anno gli argini sofferto, e dare gli ordini necessarj per rimediarli, e tenerli sempre nell' altezza, e grossezza, che viene destinata. Nè in ciò altro ci parve degno di considerazione, se non lo stato de' muricciolì d' Arno in Pisa, che si possono chiamare gli argini di città, i quali in più luoghi minacciano rovina, e hanno bisogno di pronta, e considerabile spesa per porvi riparo.

Resta da parlare di un soccorso, che nella estrema necessità contro le inondazioni si lusinga di avere la città di Pisa, e questa è una diversione che si fa a Arno nell'atto che passato S. Giovanni alla Vena svolta vicino alle Fornacette verso ponente, girando il monte della Veruccola, ove come dimostra la pianta di numero III. e numero XI. nel gomito, che egli fa alla direzione del fiume si trova un argine più piccolo, e più debole del rimanente degli argini d' Arno, il quale nel tempo delle massime piene, o naturalmente si rovescia dal fiume, che prima che in ogni altro luogo vi trabocca, o non seguendo questo, si rompe anco talvolta a bella posta da' ministri dell' ufizio de' fossi, che in tempo di piene debbono in tal sito essere presenti per salvare con questa diversione la città di Pisa. Attestato a questo arginello, che si dice del trabocco, è un canale molto recipiente, che si chiama Arnaccio, il quale conduce le acque, che in tal contingenza riceve, verso le Stagno, ove diffondendosi si debbono poi condurre al mare per la foce del Calambrone.

Che questa diversione di acque sia infinitamente nociva a quella parte di pianura interposta tra il fosso Reale, e il corso d' Arno, non ha da porsi in dubbio, perchè tutta l' acqua non può riceversi da quel canale, e molta ne trabocca nelle campagne coltivate, e molta ne rigurgita anco dallo stagno, con interrire gli scoli campestri, e gli altri recipienti di acqua chiara tanto necessarj alla sanità di quel paese. Se poi detta diversione sia, o nò giovevole alla città di Pisa, è molto dubitabile, perchè quantunque scemi la copia delle acque, non scema però a proporzione la mole della corrente, attesa la diminuzione di velocità, che le cagiona. Il Viviani nella mentovata sua

Relazione asserisce chiaramente questo trabocco inutile, e propone piuttosto, quando i lavori da esso in detta sua Relazione progettati per rimediare alle inondazioni della città di Pisa non si credessero sufficienti, di fare un canale di perpetua diversione, cioè non di trabocco, ma che realmente dividesse il letto d' Arno in due rami, che per due alvei regolari, e arginati conducessero le acque al mare; la qual proposizione per altro non ci pare ben considerata, sì a causa della navigazione che si perderebbe, sì a causa del rialzamento del letto, che nell' uno e nell' altro ramo d' Arno ben presto verrebbe prodotto.

Non ostante le difficoltà di persuadere a' Pisani, che questa loro ultima speranza del trabocco sia fallace, con tutto che alle volte Arno abbia traboccato alle Fornacette, e dipoi inondato anco la città, fa, che non sia prudenza l' abolire quest' uso, che quantunque si possa mostrare nocivo per la valle d' Arno, tale non può dimostrarsi per la città di Pisa, e forse può anche essere, che in qualche caso qualche piccolo vantaggio le apporti; onde è da rilasciarsi alla prudenza di chi presiede all' ufizio de' fossi di non si valere veramente di questo trabocco se non in casi di ultima necessità, e forse di aspettare senza far taglio veruno, che l' impeto del fiume naturalmente vi rompa; poichè è probabile che nelle piene veramente massime e atte a sommergere la città, quest' argine come tenuto più debole degli altri sia il primo a essere superato, come in fatti si è veduto anco modernamente accadere nelle inondazioni del 3. Decembre 1740. in cui la diversione seguì senza opera di veruno. E certo è, che o fosse effetto di quella diversione, o delle tante altre *che il fiume aveva* sofferto nelle campagne Fiorentine, di cui sopra *abbiamo parlato, la* città di Pisa restò salva, il che tanto più contribuì a confermare la buona opinione di questo trabocco, il quale in dubbio per tal causa non si stima bene abolire.

Questo è quello, che si può dire per il regolamento di questo fiume, quando le cose continuino a stare nel grado, che al presente si ritrovano; ma se col progresso del tempo il letto d' Arno anderà rialzando, come pare che debba seguire, perchè le cause di tale rialzamento non si possono rimuovere, ognuno vede, che bisogna di mano in mano a proporzione che il letto rialza, rialzare, e fortificare anco gli argini, che lo sostengono, e bisognando fare per maggior cautela degli argini doppi, e con l' istessa proporzione alzare i muricioli della città, il che sempre accrescerà la spesa, e renderà più penoso, e più rischioso, il mantenimento. Un rimedio che libererebbe il paese da tutti questi pericoli, che si antiveggono, e che apporterebbe mille altri benefizi alla pianura, bisognosa di maggior declive verso il mare, sarebbe quello, che è stato in altre occasioni

dai Periti proposto, e spesso ancora viene popolarmente rammentato, di valersi delle acque d' Arno per rialzare regolarmente la pianura suddetta, prendendo per via di colmate regolari, fatte con buon ordine a bonificare prima i terreni più alti, e più vicini al fiume, e procedendo a grado a grado più oltre verso i più bassi, e prendendo le debite cautele per non interrire gli scoli della campagna, che resta fuori della colmata, e per non perdere il terreno vecchio nel mentre che se ne acquista del nuovo.

Questo progetto è per verità di vastissima, e lenta esecuzione, ed è difficile per la varietà de' padronati, in cui è diviso il terreno, che bisognerebbe sottoporre alle colmate; ma però vien considerato dal Viviani in detta sua Relazione spesso citata, e da molti altri Periti per l' unico naturale rimedio, che possa riparare agl' inconvenienti del rialzamento d' Arno, e a quelli del poco declive della pianura, e dicono, che non dovrebbero ostarvi nè la sua vastità, nè la sua lentezza; poichè per grande che sia l' impresa, tanto è possibile, quando l' autorità del Principe con efficacia vi s' interponga. E siccome lento di sua natura è il male, così non deve rincrescere, che lento altresì sia il rimedio, quando si sia persuasi della sua attività.

Queste colmate sono state in alcuni tempi tentate, ed esistono ancora le vestigie in due luoghi. Il primo alte cateratte di Calcinaia ove l' acqua d' Arno si prendeva per condurla per un canale a colmare alcuni terreni vicini al padule di Bientina; e le altre cateratte esistono in un luogo vicino a Pisa detto le Bocchette, ove attestava un fosso, che conduce al margine del padul maggiore per colmare quivi colle torbide d' Arno i terreni palustri, che lo circondano. L' uno e l' altro di questi progetti ebbero infelice riescita, non perchè non si facesse colle torbe d' Arno qualche acquisto, massimamente con quello delle bocchette, conforme si desiderava; ma perchè portandosi in ambedue i luoghi l' acqua d' Arno per un lungo canale a colmare in luogo molto distante dagli argini d' Arno, seguiva primieramente che s' interriva il canale medesimo, che doveva portarvi l' acqua con piccola caduta; che l' acqua dipoi depositato che aveva, non aveva un emissario libero e franco, ma pregiudicava agli altri terreni sani, che non erano compresi nella colmata, e anco a quelli, che erano restati nelle parti superiori del canale, e che si erano lasciati addietro per colmare i più bassi; onde l' infelice riuscita di tali esperienze non alla natura delle colmate deve attribuirsi ma al poco metodo che fu osservato in eseguirla; poichè volendo colmare, niuna parte di quel terreno bisogna lasciare indietro, e bisogna cominciare prima dai più alti luoghi, per andare dopo ai più bassi, e per provvedere di mano in mano all' esito dell' acque, che s' introducono per non perdere da una mano ciò che si acquista

dall' altra, come saviamente spiega il medesimo Viviani nella detta Relazione.

Non ostante con tutto che la teorica delle colmate ci persuada pienamente della loro utilità, e non ostante che il buon successo di quelle, che sono state fatte secondo le regole dell' arte, ci confermi coll' esperienza questa persuasione, tanto ci rimane luogo a dubitare, se queste regole dell' arte, che agevolmente possono praticarsi in una mediocre estensione di paese, o anco in una grande, ma inculta, e infruttifera, e abbandonata, si possono poi senza superare un numero infinito d' ostacoli, porre in opera in una pianura vastissima, e nella maggior parte fruttifera, e fertilissima, la quale bisognerebbe per molti anni perdere a fine di sottoporla alle torbe del fiume, con la rovina di tutte le case, che sarebbe poi necessario riedificare, e con la desolazione di tutte le famiglie, che da questa parte di pianura già sana ritraggono il loro sostentamento.

Di esperienze fatte altrove in simile vastità di terreno noi non abbiamo altra notizia, che delle colmate fatte coll' acqua del Po nel Polesine di Ferrara, le quali ebbero buon successo; ma giudichiamo questo caso molto differente, perchè si trattava nel Polesine di valli totalmente palustri, e infruttifere, nelle quali l' ampiezza del luogo non forma alcuno ostacolo all' Architetto, che è provvisto di denari sufficienti per fare la spesa, ed ha copia di torbe in proporzionata abbondanza; laddove nel Pisano per acquistar del terreno, bisogna cominciare a perderne per molti anni per altrettanto, e bisogna principiare a riparare ai danni di tante persone, che a prima vista si presenta l' affare, se non impossibile, almeno *complicatissimo*; onde riserberemo a dettagliare le difficoltà, e i compensi, che vi potessero essere per superarle, a coloro che si troveranno in quel tempo, in cui la necessità fatta forse più pressante, forzerà i paesani a pensare più animosamente ai rimedj, che la natura loro offerisce.

DEL FIUME ARNO.

Il fiume Arno nell' entrare nel territorio Pisano riceve nella sponda sinistra la Cicinella, indi il rio di Ricavo, e poscia il rio Bonello, e il rio di Monte Castello, i quali sono i piccoli torrenti, che vi portano l' acqua dalle contigue colline con sufficiente caduta; onde non somministrano materia a veruna osservazione. Procedendo più oltre, dalla medesima sponda sinistra s' incontra la foce dell' Era, torrente ancor esso, ma molto più considerabile, perchè prende le acque dalle colline di Volterra, e ricevendo in se alcuni altri rivoli e torrenti si porta in Arno. Tralasceremo di parlare di tutto il corso di questo fiume, il quale essendo della natura de' torrenti, quando è bene

arginato e lasciato scorrere nel suo letto naturale non può nuocere alla pianura per cui passa, e noteremo solo, che nel ponte sopra l' Era situato vicino al suo sbocco in Arno, e che dà il nome alla terra di Pontadera, si osserva un arco di esso dalla sponda sinistra totalmente interrito; onde vi deve angustiare per necessità in tempo di piene il corso dell' acque; e questo interrimento procede, perchè nelle parti superiori a detto ponte le sponde del fiume sono state dai possessori de' terreni portate troppo avanti ristringendo l' alveo più del dovere, e ciò massimamente è accaduto nella sponda sinistra, la quale ha voltato la corrente del fiume della parte opposta, e dato luogo per conseguenza all' interrimento seguito poco sotto di una luce del ponte. E perciò fu stimato bene, che l' alveo fosse restituito alla sua primiera, e convenevole larghezza, acciò il fiume potesse imboccare direttamente tutte le luci di detto ponte, e profittare in tempo di piene di tutta l' ampiezza, che vi è; e fu data perciò la commissione ai Periti di farne la Relazione, e pianta in forma precisa, per potere ordinare ai possessori dei terreni la demolizione degli acquisti fatti.

Fu osservato ancora, che per liberare alcune strade della pianura circonvicina del Pontadera dall' escrescenza del fiume, vi era bisogno della costruzione d' un argine, che fu ordinato nell' atto della visita, e commessane l' esecuzione all' ufizio de' fossi; siccome fu commessa l' esecuzione d' alcuni ripari a una corrosione molto tortuosa, che il fiume aveva fatto intorno a' beni dell' Opera del Duomo di Pisa. Del resto questo fiume non interessando altrimenti la pianura Pisana, non si credè materia da potervi fare più particolari osservazioni, quantunque diverse dispute, che sono insorte ne' passati tempi tra i possessori dei terreni a quella adiacenti, abbiano dato occasione di parlare molto di esso, come può vedersi in diverse Scritture del p. ab. Grandi, e di altri sopra tale argomento, impresse nel tomo IV. di questa Raccolta.

Dopo la foce dell' Era, l' Arno fino al mare dalla sponda sinistra non riceve verun influente. Dalla sponda destra il territorio di Pisa comincia dopo il Poggio di Montecchio nella comunità di Calcinaia, la pianura della quale, assieme colla pianura di Bientina, e Vicopisano, formano una vallata interposta tra il Poggio di Montecchio, e altri contigui a levante, e i monti di S. Giovanni alla Vena, e di Vico a ponente, e questa vallata a mezzogiorno ha le sponde d' Arno, e a tramontana il lago di Bientina, come dimostra la pianta di Num. IV.

Il lago di Bientina, è la più copiosa raccolta d' acque stagnanti che si trovi in Toscana, avendo vicino a trenta miglia di circonferenza, ed è la metà nello stato della Repubblica di Lucca, e la metà nel

Granducato , e V. A. R. è padrone dell' isola, che è nel mezzo di detto lago, il quale rialzato da tutte le acque de' monti vicini, non ha altro luogo di dove scaricarsi, che in Arno, e inonderebbe tutta la vallata di sopra descritta di Calcinaia, Bientina, e Vicopisano, se quelle comunità non si fossero difese con un argine ben forte fatto al margine del lago, quale non permette l' esito delle sue acque più alte della pianura suddetta, che per mezzo di un canale chiamato della Serezza, il quale sotto a' monti appunto di S. Giovanni alla Vena le conduce in Arno.

Il lago predetto avrebbe un'altra comunicazione nello stato Lucchese col fiume Serchio per via di un canale, che si chiama Rogio, il quale attesta ad un altro canale detto Oseri, che sbocca poi in Serchio, e dà in tal guisa il comodo della navigazione tra il lago, ed il fiume suddetto. Ma non ha questo lago per quanto si sappia pendenza alcuna verso il Serchio; anzi conviene ai Lucchesi raffrenare molto cautamente l' impeto di questo fiume, perchè nell' escrescenze non rompa, ed entri nel lago, come forse vi avrebbe qualche naturale inclinazione, come si può vedere da un discorso di Lorenzo degli Albizi, impresso nel tomo IV. di questa Raccolta degli scrittori delle acque. E il fatto è che il lago nelle sue massime copie d' acqua non prende altra direzione, che verso la pianura di Bientina, aggregando le acque addosso all' argine, che la difende, di modo tale, che quando si dà la combinazione, che Arno è grosso, e non può ricevere le acque della Serezza, e le acque del lago dall' altra parte si alzano, l' argine suddetto fa tutta la forza per difendere questa pianura, *la quale* sta in grave pericolo d' inondazione, come è *seguito per alquanti* giorni appunto nel passato Inverno.

La pianura suddetta avrebbe qualche inclinazione verso il lago, come dimostra la carta di livellazione di Num. V. Ma non può il lago servirle di scolo, perchè ha bisogno piuttosto di difendersi dalle di lui acque, che le riescono più alte; e non può nemmeno servirle di scolo la Serezza; perchè questo è un canale, che si livella, con il lago, e che bisogna tenere arginato con la stessa vigilanza del lago medesimo, sicchè lo scolo non può sperarsi, che nel letto d' Arno.

Questo letto è veramente inferiore al livello della pianura, la quale in tempo d' acque basse può scolare agevolmente nel fiume; ma nel tempo delle gran piene, e anco nelle mediocri resta il pelo dell' acqua d' Arno superiore agli scoli campestri, i quali bisogna, che in tal caso restino stagnanti, aspettando che il fiume si abbassi; onde ognuno vede quanto danno per causa di questi ritardati scoli debba inferirsi alla fertilità di queste campagne.

Tre sono i canali per cui questa pianura tramanda le sue acque naturali in Arno. Il primo è il Giuntino, che serve di scolo alla

comunità di Calcinaia; il secondo serve alla comunità di Bientina, e si chiama il Cilecchio; e il terzo, che serve alla comunità di Vico, si chiama lo scolo di Vico.

Gli sbocchi di questi tre canali sono muniti di cateratte, acciò possano tenersi aperti in tempo, che il fiume è basso, e tenersi serrati in tempo, che le acque alte del fiume impediscono non solo lo scolo, ma che rigurgiterebbero senza questa provvidenza nei canali medesimi con inondare le campagne, e interrire le fosse.

Fu osservato allo scolo del Giuntino, che primo si trova nella sponda destra d' Arno, che le cateratte del medesimo fatte di due archi erano in primo luogo di luce troppo angusta per ricevere facilmente la copia delle acque di detto canale. E in secondo luogo erano situate non per l' appunto alla foce del canale in Arno, ma per alquanto spazio dentro terra, da che ne seguiva, che la porzione del canale intermedia tra le cateratte, e Arno restava sottoposta all' interrimento, che le piene d' Arno, che vi potevano senza ritegno passare, vi portavano; il che doveva essere di un pregiudizio grandissimo allo scolo delle acque; onde fu giudicato espediente, che queste cateratte si portassero più avanti sopra lo sbocco per l' appunto del canale nel fiume, e si facessero di un arco solo, e di luce sufficiente, acciò senza impedimento potesse passare l' acqua, quando la bassezza d' Arno lo permette, e che lo sbocco inoltre del Giuntino in Arno si portasse in un punto più basso di quello, che al presente era, per fargli godere di maggior caduta, come è notato nella dimostrazione inclusa nella carta di Num. V.

Un simile povvedimento fu creduto doversi prendere nell' incotrare in detta comunità di Calcinaia uno scolo campestre, detto degli Alamanni, il quale metteva foce in Arno per mezzo di una piccola cateratta, che aveva il vizio di essere ancora essa costituita alquanto dentro terra, con lasciare lo sbocco esposto all' impeto del fiume, e aveva un altro difetto, che era costituita in modo, che difficultava, e angustiava la strada, che lungo la riva del fiume in quella parte cammina, il che non poteva permettersi.

Procedendo più oltre si trovò in appresso il canale di Cilecchio, il quale parve in buon grado. E andando avanti si giunse alle cateratte di Vico, ove attestano due canali, che servono di scolo alla pianura, il primo de' quali si chiama di Cesena, e il secondo di Vico, e Pratogrande. Le soglie di queste cateratte fu osservato, che potrebbero essere sbassate alquanto, e potrebbe in tal guisa togliersi un inutile impedimento allo scolo di una gran parte di quella pianura, che per questo piccolo emissario deve tramandare le sue acque.

Sopra lo scolo di Vico, e Pratogrande fu osservato in primo luogo, essere ripieno notabilmente, e dover essere cura degl' Interessati

il fare le istanze opportune per ricavarlo, giacchè a loro appartiene la spesa. E secondariamente fu osservato, che il letto di questo canale è troppo angusto. Sopra di che è da sapersi, che questo fosso fu scavato già parallelo all' antica Serezza, per ricevere gli scoli della campagna, che restava a levante della detta Serezza antica, e che poi essendosi ritirato il letto dell' antica Serezza più vicino al monte, tutte le terre che prima erano a ponente della Serezza vecchia, e sono ora intermedie tra i due letti della vecchia, e nuova Serezza, concorrono in oggi con diversi fossi, e con il letto della detta Serezza vecchia ridotta a scolo campestre a impinguare le acque del canale di Vico, e Pratogrande, il quale con tutta questa ricresciuta d' acque è restato però nella sua primiera angustia di letto; ed è notabile, che dopo la congiunzione di queste due acque laterali, il letto nell' approssimarsi alle cateratte in vece di allargarsi più si ristringe; ed essendo queste cateratte formate di tre luci, il letto di questo canale non ne occupa che una sola, onde parve più, che alle gravi difficoltà, che ritardano per natura a questa campagna lo scolo in Arno, se ne aggiungessero per pura negligenza molte altre, alle quali, volendo sarebbe possibile subito riparare.

Ma una riprova di più supina negligenza la somministrano le chiuse, o ture, che in più luoghi si trovano a traverso allo scolo di Vico, e Pratogrande, e che si osservarono ancora in diverse parti degli scoli de' particolari, i quali per quanto principalmente interessati siano nella fertilità di questa pianura, e per quanto formino vivissime querele sopra l' infelicità della loro situazione, tanto con estrema maraviglia si lasciano dalla negligenza trasportare a commettere, e tollerare inconvenienti di questa sorta, contro le chiare leggi dell' ufizio de' fossi, e contro l' interesse pubblico, e privato.

Queste ture, non ostante, che non paia forse credibile, pure troppo spesso s' incontrano non solo in questa parte, ma in altre ancora del territorio Pisano; e per lo più sono fatte, o dai pescatori per chiudere il pesce, o da' contadini, che se ne servono come di ponti per passare da un campo all' altro, e abbreviare così la strada. Certo è che non si può immaginare un disordine più fatale alla sanità della campagna, e che renda in un momento inutile la grave spesa che si fa a cavare un fosso, e inutili le specolazioni degl' Ingegneri, che si danno talvolta tanta pena per profittare di una piccola caduta. Ma non ostante questo disordine succede, e siccome le leggi dell' ufizio de' fossi, sopra di questo sono buone, e chiare, noi non possiamo dire altro, se non che bisogna inculcare a chi presiede una maggior vigilanza per fare osservare, e ristabilire l' uso delle guardie, che da poco in qua sono state dismesse, le quali potranno contribuire alla più rigorosa osservanza di queste e altre simili ordinazioni.

Un altro gravissimo disordine a questo scolo di Vico, e a molti altri simili del territorio Pisano è cagionato dalle pesche, l' uso delle quali nei canali dove debbano scolare le acque della campagna anderebbe totalmente abolito.

Il canale della Serezza vecchia, ridotto come si è detto, in oggi scolo campestre, si tiene da una fattoria di V. A. R. a uso di pesca, e questa pesca si dilata per tutti i canali delle risaie, che attestano alla detta Serezza vecchia, e per tutti i canali di Pratogrande, che debbono anch' essi metter foce nello scolo di Vico. L' ingordigia de' pescatori forma in questi canali, per trattenere il pesce, delle ture, alle volte come si è detto di terra, e più comunemente delle traverse, o siepi di cannucce, che per quanto non tolgano totalmente la comunicazione alle acque, tanto ne ritardano, e difficultano notabilmente il movimento, tanto più che queste siepi, e incannucciate a ogni passo s' incontrano con grandissimo scandalo, e con grandissima compassione de' poveri possessori dei terreni, che vengono aggravati con tante spese per la pulizia dei canali, che per quest' altro verso con tali ingiustissimi impedimenti restano loro ostrutti in fraude delle clementissime, e generose intenzioni dei Sovrani regnanti, che hanno impiegato tanta cura, e tante somme di denaro per ridurre i paduli della pianura Pisana a campagna coltivabile.

Sopra di questo non possiamo proporre altro che la totale abolizione di queste pesche, poichè in somma seminare e pescare sopra gli stessi campi non è possibile, e l' arte del pescare è troppo direttamente contradittoria all' instituto di tenere asciutta la campagna, onde in tal fatto non è luogo a compensi nè a mezzi termini, ma bisogna assolutamente rinunziare al piccolo interesse dei pochi centi di scudi, che possono importare le pesche di tutto il piano di Pisa, per assicurarsi il frutto di tutte le gravi spese, e di tutte le diligenze, che si fanno per la sanità di detta pianura, nè giova lusingarsi, che a forza di leggi e di pene si possa ridurre i pescatori a contentarsi di pescare solamente in quei modi, e in quei tempi, che senza fare lavori nei fossi, e senza recare impedimento al moto dell' acqua, potrebbe essere permesso; poichè questo non è mai riuscito, nè potrà mai riuscire, e facilmente ciascuno se ne persuaderà, considerando che è di tale importanza il tenere ne' fossi di scolo sempre facile, e spedito il moto delle acque, che se l' ufizio de' fossi in ciaschedun canale tenesse persone stipendiate acciò non solo due volte l' anno, come fa, ma giornalmente tenesse il letto pulito dalle frane, cannelle, e erbe palustri, ed altri impedimenti, che pur troppo la natura vi genera, non sarebbe se non un provvedimento utilissimo alla sanità della campagna, che tanto patisce di questi ritardati scoli. Onde se

questo non si può fare per la troppo eccedente spesa, è però fattibile il non tenere i pescatori, i quali sono appunto persone stipendiate dall' interesse, che trovano nell' esercitare la loro arte, per avere in ciaschedun fosso una vigilanza continua a ritardare, e difficultare il tanto necessario movimento dell' acque, il che è l' istesso, che stipendiare persone, che distruggano tutto quello, che l' ufizio de' fossi va facendo, e togliere a' poveri paesani il benefizio delle gravose imposizioni, che soffrono. Sicchè chiunque avrà la cura dell' ufizio de' fossi, e avrà in mente il bene della campagna, e le grandi spese, che vi si fanno, dovrà procurare l' estirpazione di questo pernicioso abuso delle pesche nei canali di scolo, il quale oltre il danno che fa, si può dire francamente essere ingiusto, e una mera usurpazione degli affittuari di dette pesche le quali intanto in oggi si trova da affittare per qualche somma, in quanto che è cresciuta la tolleranza di veder trasgredite le leggi antiche dell' ufizio de' fossi, che proibiscono di fare a uso di pesca le cannucciate, e altri simili lavori per ritenere il pesce, e l' acqua, senza de' quali non potendo il pesce conservarsi nei ricettacoli opportuni per i pescatori, gli affitti suddetti, non avrebbero credito, e forse sarebbero di niun valore. E quand' anche dovessero valere qualche cosa, se mai è stato giusto, che l' utile privato debba cedere all' utile pubblico, questo è uno dei casi, in cui si rende manifesta la necessità di porre in pratica questa massima.

Per ritornare adunque alla pianura di Vico, Bientina, e Calcinaia si conclude, che liberata che fusse dall' abuso delle pesche, e dalle altre negligenze, che ne' suoi canali si scorgono, allargato l' alveo del canale di Vico, e corrette, e abbassate le cateratte nella forma soppraddetta, potrebbe esser quella di miglior condizione, che al presente non si ritrova, e profittate dello scolo, di cui è capace, quando le acque d' Arno sono basse; ma non potrebbe perciò ridursi totalmente sana, perchè la difficoltà dell' altezza d' Arno non può superarsi, e questa troppo sovente s' incontra, e con i lunghi, e spessi ritardi infrigidisce i terreni, e gli rende incapaci alla cultura, da cui la loro bontà molto prometterebbe.

Pensando ai rimedj che vi sarebbero per superare questo inconveniente, tre cose vennero in mente, che parverò degne di qualche riflessione.

La prima, di applicare alla foce di ciaschedun canale di scolo, cioè al Giuntino, al Cilecchio, e a Vico, una macchina, che servisse ad alzare l' acqua del canale in modo tale da poterla far passare in Arno, anco quando le sue acque sono alte, nel che si goderebbe il benefizio dello scolo in tutti i tempi, cioè per mezzo delle cateratte, quando le acque sono basse, o per mezzo della macchina, quando fossero

alte. Ma considerando all' estensione di questa pianura, e alla quantità grande dell' acqua, a cui per forza di tali macchine dovrebbe darsi movimento, fu fatta riflessione, che non una, ma moltissime macchine sarebbero necessarie in ciaschedun luogo, e che assai grave sarebbe la spesa; che si ricercherebbe per la costruzione, e per il mantenimento delle medesime, le quali a causa del sito della detta pianura circondata da ogni intorno di monti, non potrebbero, conforme in altri paesi si costuma, muoversi col benefizio del vento; onde con il moltiplicare, a misura, che lo richiede la mole dell' acqua da evacuarsi da una pianura così vasta, la spesa si calcola, che diventerebbe eccedente; onde non fu creduto il progetto eseguibile; E l' esperienza di qualche particolare, il quale in tal maniera ha tentato in vano di tenere asciutto un piccolo spazio di terreno, ha giustificato le difficoltà, che nell' atto della visita furono opposte alla proposizione che fu fatta di servirsi di dette macchine sull' esempio dell' Olanda, il che per le ragioni già dette, che per brevità si tralasciano, non pare applicabile alle circostanze della pianura menzionata.

In secondo luogo fu pensato a rialzare egualmente la pianura già detta fino a farle guadagnare quella caduta, di cui manca al presente per iscolare con felicità le sue acque in Arno, almeno nello stato d' acqua mediocre, servendosi a quest' effetto del benefizio delle colmate con introdurre per mezzo di un canale manufatto le torbe d' Arno in tempo di piene a depositarvi la terra di cui erano cariche. Ma si considerò nel medesimo tempo che il poco declive, e l' angustia della pianura accennata renderebbe se non impossibile, almeno tardo, e dispendioso un somigliante rimedio. La bassezza de' terreni situati con poca differenza di livello fra loro renderebbe necessaria la costruzione di una quantità considerabile di arginatura per impedire l' acqua delle colmate di spagliare sopra i terreni fruttiferi, e coltivati; e la poca pendenza della pianura impedirebbe lo scarico dell' acqua chiarificata delle colmate, la quale però converrebbe, che a grande stento in tempo d' acque più basse si restituisse nel fiume. E di fatto gli avanzi, che si osservano ancora delle sopraddette cateratte di Calcinaia fanno vedere che altre volte si pensasse al benefizio dei terreni di questa pianura per mezzo delle colmate, le quali dopo qualche tentativo per i motivi accennati restassero abbandonate.

Non potendosi adunque nè col benefizio troppo dispendioso delle macchine, nè con il rialzamento dei terreni per mezzo delle colmate sperar di restituire a questa parte di campagna la necessaria felicità dello scolo, venne in mente un terzo espediente con cui fu immaginato di poter condurre le acque piovane per mezzo di una botte

sotterranea a traverso del fiume Arno a unirsi con gli scoli della campagna, che resta a sinistra del medesimo, e che si scarica per diversi canali nel Calambrone.

Un tale espediente ci parve degno di considerazione, perchè nell' osservazione delle campagne poste a destra, e a sinistra del fiume la pura oculare ispezione dimostra essere la campagna destra superiore di livello alla sinistra; onde si procurò di verificare questa differenza con tutta l' esattezza per mezzo di diverse e replicate livellazioni, il risultato delle quali si vede alla carta di num. V.

Assicurati adunque in tal guisa di avere sufficiente caduta ci parve che il rimanente del progetto restasse di facile esecuzione, essendo molto ben possibile unire tutti gli scoli della pianura alla sola foce dello scolo di Vico, come più basso degli altri, e dipoi far passare un canale murato sotto il letto d' Arno, attestandolo allo scolo di Vico, e facendolo passare dalla parte opposta, conforme si dimostra dalla carta di num. V. nella quale anco si può vedere lo scandaglio della spesa, che si crede necessaria in tale operazione, che passa di poco gli scudi diciottomila, onde si può comprendere, che quando anche in pratica riescisse alquanto maggiore, resterebbe *sempre* molto bene impiegata, e compensata dal gran vantaggio, che si apporterebbe a tutte quelle vaste pianure, gl' interessati nelle quali hanno così ben compreso l' importanza, e il profitto di tal lavoro, che già si sono esibiti di farne essi la spesa, da ripartirsi a proporzione delle respettive loro possessioni, e con un memoriale sottoscritto da molti di loro hanno supplicato V. A. R. a concedergliene la permissione, e quale tanto più hanno luogo di sperare, quanto che due fattorie della R. A. V. situate in detto piano riceverebbero dall' esecuzione di tal progetto amplissimi miglioramenti.

Le acque uscite che fussero dalla volta sotterranea, si potrebbero condurre con un breve canale nel rio del Pozzale, per cui si porterebbero felicemente al Calambrone. Nè ciò pare che possa pregiudicare agl' interessati nel rio del Pozzale, perchè in primo luogo gl' interessati nella pianura di Vico, e Bientina bisognerebbe, che si unissero alle spese del ripulimento del detto rio del Pozzale, che diventa in tal guisa ricettacolo delle loro acque, e così verrebbero ad alleggerire la spesa di tal mantenimento ai vecchi interessati. E già che frappoco sarà necessario ricavarsi il detto rio del Pozzale, si potrebbe in tale escavazione, anco allargare alquanto il suo letto, il quale, quantunque anche in oggi sia ben capace, potrà allora con tale accrescimento ricevere senza scrupolo di alcuno questa nuova aggiunta d' acque.

E per ogni caso, che non ostante s' incontrasse qualche difficoltà, che per ora non sappiamo prevedere, vi è il rimedio di fare sboccare

questo nuovo canale nel Pozzale con il mezzo di cateratte, talchè prima resti libero lo scolo per gl' interessati vecchi, e poi serva per i nuovi. E finalmente vi è il modo di non servirsi del sopraddetto Pozzale, e di fare un canale separato, che conduca in fossa chiara, e altrove; il quale espediente accrescerà senza dubbio la spesa da farsi ora, ma non l' accrescerà talmente da non la potere non ostante chiamare utilissima per tutte quelle campagne, di cui sopra abbiamo parlato.

Questo è quello, che può dirsi della campagna posta tra la Serezza, il lago di Bientina, il Poggio di Montecchio, e Arno. Ma resta ancora da parlare di una piccola parte di questa pianura, che rimane interposta tra i monti di Vico, e la Serezza, la quale non può avere scolo in Arno, perchè la foce della Serezza resta appunto contigua al monte di S. Giovanni alla Vena; onde tutte le acque delle pendici de' poggi per quella parte, e delle vallate tra dette pendici racchiuse debbono scolare nella Serezza medesima.

Dalla foce della Serezza fino al castello di Vico tutti gl' influenti, che sboccano nella sua sponda destra, non formano oggetto di considerazione, perchè venendo direttamente dai poggi con sufficiente caduta, hanno lo scolo libero, e non segue alcuno inconveniente.

Sopra il castello di Vico Pisano mette foce nella Serezza per mezzo di due piccole cateratte il rio delle Manette, e per questa foce debbono passare tutte le acque delle vallate interposte fra l' argine destro della Serezza, l' argine del padule di Bientina, che si chiama di Margutte, e i monti. Questo fosso delle Manette prende l' acque del rio del Tinto, del rio Valletta, del rio Grifone, e del rio Caselle, che vengono dai poggi vicini, e prende l' acqua dell' antifosso della Serezza, che è un fosso parallelo all' argine destro della medesima, per cui dovrebbero scolare le acque campestri di quella vallata adiacente fino alla fattoria delle Cascine.

In primo luogo fu osservato, che le cateratte del detto fosso delle Manette sono di luce troppo angusta, e che sarebbe meglio rifarle di un arco solo, e di capacità più adattata alla copia dell' acqua, che vi deve passare.

Dipoi fu osservato, che questa parte di campagna interposta tra i poggi, e la Serezza essendo molto più alta dell' altra parte, di cui sopra abbiamo parlato, potrebbe aver naturalmente lo scolo nella Serezza medesima, quando questo canale non servisse ad altro, che alle acque naturali del paese. Ma siccome porta le acque del lago di Bientina, che vi si mantengono perciò bene spesso alte, così patisce ancor essa di ritardo di scolo, perchè bisogna aspettare almeno, che Arno possa ricevere la Serezza, e poi che la Serezza sia sgravata a segno da poter ricevere le acque della campagna.

Per tal causa dunque, oltre molte terre frigide, e incapaci di semente, si vedono in questa parte due paduli, uno nella vallata tra il castello di Vico, e le Cascine, che si chiama la Paduletta, e l'altro tra il poggio delle Cascine, e il lago di Bientina, che si chiama padule di Margutte.

Nella Paduletta spaglia al presente il rio di Buti, che viene dai monti circonvicini, e vi è lasciato andare senza regola veruna; onde non serve ad altro, che a crescere la mole delle acque, che debbono poi sgravarsi nella Serezza; non ostante si osservò, che col suo spaglio quatunque irregolare, aveva cagionato qualche bonificamento, e rialzamento di terreno; onde fu considerato, come un rimedio naturale per poter col tempo, adoperandovi l'arte, colmare questi luoghi bassi, che essendo restati in un certo modo imprigionati tra i poggi, e la Serezza, non possono avere altra speranza per diventare coltivabili, che nel rialzamento.

E siccome questo rio di Buti tanto può essere voltato nella vallata della Paduletta, che nella vallata di Margutte, così col tempo facendo buon uso dell' abbondanza delle sue torbe si potrebbe bonificare l'uno e l' altro luogo.

Frattanto però affinchè le acque si possano condurre alla foce delle Manette nel miglior modo possibile, bisognerebbe che l' antifosso della Serezza restasse libero da una tura, che si osservò in un luogo detto Val di Casale, la quale serviva a uso di ponte, e siccome fu asserito essere quel passo opportuno agli abitanti, fu ad istanza dei Governatori della comunità di Buti ordinato fabbricarvisi un ponte, acciò l' antifosso restasse libero. E bisognerebbe ancora che fossero tolti molti impedimenti d' incannicciate, che ancora in questa parte in gran numero si osservano, e che l' antifosso suddetto, che non passa le cascine, restasse prolungato, finchè dura l' argine della Serezza fino al lago, acciò potesse prendere le acque del Margutte, che non hanno in oggi veruno sfogo, e che si avvertisse di tenere la Serezza separata dall' antifosso, riparando alcune aperture fatte nell' argine destro della Serezza, per cui le sue acque comunicano non solo con quelle dell' antifosso, ma anco con quelle della Paduletta: perchè siccome per lo più l' acque della Serezza sono più alte, non è prudenza che in questo tempo la campagna abbia a patire non solo del ritardo dello scolo, ma debba ancora ricevere in se le acque straniere, dalle quali ognuno vede che sono rese sempre peggiori le condizioni dei terreni che debbono scolarsi.

Col rio di Buti adunque si possono col tempo migliorare queste campagne; con le sopraddette diligenze si possono le loro acque condurre più regolatamente alla detta foce delle Manette; ma qui sempre resta la difficoltà nel farle passare dalla detta foce delle Manette,

che troppo spesso si trova alta più del dovere. Se agli argini del lago di Bientina si potessero fare le cateratte, finchè il canale della Serezza servisse prima per iscolo della campagna adiacente, e ricevesse poi l' acque del lago, il rimedio sarebbe trovato, perchè come si è detto la campagna sopra il letto del canale ha sufficiente caduta. Ma questo espediente non so se si possa prendere co' Lucchesi, i quali senza dubbio riguarderebbero questa macchina delle cateratte, come contraria alla felicità dello scolo loro, per la quale essi già considerano il canale della Serezza come serviente al lago, e sono in possesso di custodire essi a loro spese, e con persone nominate da loro, le altre cateratte che già sono alla Serezza, e Riparotto.

Delle difficoltà che si trovano nell' impiegare le macchine per alzare le acque, di sopra abbiamo parlato, onde il pensiero più ragionevole sarebbe quello di tramandare queste acque per un canale sotterraneo, che traversasse la Serezza, e le portasse nella campagna adiacente all' argine sinistro di essa, la quale è di livello molto inferiore alla campagna opposta. Qualche ostacolo potrebbe fare a questo pensiero la troppa profondità del canale della Serezza, che obbligherebbe a fare il canale di scolo sotterraneo forse più concavo del dovere, per poterlo con facilità tener pulito, onde si stimò più facile, trattandosi di un passaggio breve, di formare un canale di tavole grosse, di pino, o altro legname atto a conservarsi sott' acqua, e di collocare questo canale nel mezzo dell' alveo della Serezza in modo, che non impedisca il passaggio ai navicelli, il quale in tal guisa attestandolo alla foce delle Manette, e attraverso della Serezza facendolo passare nella sponda opposta, potrebbe dar l' esito con agevolezza, e con moderata spesa a tutte le acque, che a detta foce delle Manette si adunano, le quali non sono in tal copia da non poter essere ricevute per un canale simile al sopraddetto.

Resta finalmente da parlare dell' istesso canale della Serezza, il quale mette foce in Arno per mezzo di alcune cateratte costruite a spese dei Lucchesi, e da essi mantenute, giacchè essi sono i principali interessati nel buono stato di questo canale, che è l' unico emissario del lago di Bientina, il quale se si alzasse di corpo, inonderebbe le pianure, che vi sono adiacenti nel territorio di Lucca, al quale farebbe maggior danno, che al territorio di Toscana, perchè da questa parte non vi confinano che poggi, o la pianura di Bientina ben' arginata, come si è detto di sopra. Si osservò l' argine sinistro di questo fosso, il quale è più importante dell' altro, perchè ripara tutta la pianura di Bientina, e di Vico; e si vidde, che era franato in diversi luoghi per difetto di scarpa, e che in altri luoghi riusciva troppo angusto, poichè deve servire non solo d' argine, ma anco di strada. Quest' argine fu costruito dai Lucchesi, che lo

dovevano secondo le convenzioni fatte ridurre in buon grado, e poi consegnare all' ufizio de' fossi, acciocchè esso pensasse poi al di lui mantenimento a spese comuni; onde attesi i difetti che aveva quest' argine, l' ufizio de' fossi, ha sempre ricusato di prenderlo in consegna pretendendo, che i Lucchesi dovessero prima correggerlo, e ridurlo in buona forma secondo i patti. Sopra di che nella faccia del luogo noi non potemmo che pienamente restar covinti delle ragioni, che aveva avuto l' ufizio dei fossi nel ricusare tal consegna, sì perchè veramente l' argine non ha la scarpa conveniente, ha sofferto già alcune frane, altre è esposto a soffrirne, e non può servire di strada, sì perchè mancano di distanza in distanza le opportune poste per l' incontro delle vetture, onde si approvò, che dall' ufizio si insistesse con tutto il calore, che l' argine restasse stabilito con tutta la prontezza, trattandosi di un riparo troppo importante per tutta quella pianura.

I due ponti ancora, che sono sopra la Serezza, uno a Vico, e l' altro alle cascine furono osservati bisognosi di pronto resarcimento, il che essendo a carico dell' ufizio fu detto doversi riparare senza altra dilazione.

Avanti di partire da questo luogo si osservò minutamente l' altezza del letto d' Arno, e la di lui proporzione coll' altezza della soglia delle cateratte della Serezza, e rilevandosi essere il letto superiore, come dimostra la carta di num. V. fu creduto di potere aderire alle istanze, che facevano i Lucchesi di rialzare alquanto la detta soglia per rendere più maneggevoli le cateratte, che dovevano fare di nuovo.

Dopo la foce della Serezza Arno comincia a correre sotto le radici dei monti, e serpeggiando sotto la costiera della Verruccola riceve il rio di S. Giovanni, il rio della Mora, il rio di Noce, e la Zambra di Calci, i quali essendo torrenti non danno luogo a verana considerazione.

A Caprona ricominciano gli argini d' Arno da questa parte il quale scorre fino a Pisa per la pianura bene arginato, e senza ricevere alcuno influente.

Giunto a Pisa riceve il fosso di Ripafratta, il quale è una derivazione del Serchio presa a Ripafratta, e condotta per un canale a Pisa, ove si congiunge con Arno. In questo sbocco era stato dubitato, che il letto d' Arno potesse ricevere del pregiudizio, perchè quantunque sia proibito per più giustissimi motivi l' ammettere in questo canale l' acqua del Serchio quando è torba, tanto alle volte vi viene dall' incontinenza de' Mugnai, contro il divieto introdotta; e si credeva, che siccome il Serchio a Ripafratta porta materie più grosse di quelle, che porti Arno a Pisa, lo scarico di queste torbe del

Serchio in Arno dovesse cagionare una deposizione nel letto di questo fiume vicino al ponte della fortezza, di materie incapaci di rimuoversi dalla sua corrente, onde potesse in tal guisa restare pregiudicato. Si ebbe pertanto tutta l' avvertenza di far nel letto d' Arno le osservazioni più esatte ne' luoghi circonvicini a questo sbocco, e non ci fu permesso di riconoscere verun ridosso straordinario, nè si trovò alcuna deposizione di materie più gravi di quelle, che Arno soglia portare, nè alcun vestigio in somma della ghiaia del Serchio, che ben si sarebbe potuta riconoscere. Sicchè noi veramente non crediamo, che per questa causa sia stato inferito alcun pregiudizio all' alveo del fiume, quantunque per altro si creda sempre necessarissimo l' insistere nella più rigorosa osservanza di escludere le acque torbe del Serchio, mentre ciò serve a diversi buoni effetti, a cui bisogna avere un sommo riguardo.

Il fosso di Ripafratta è una delle più belle operazioni state fatte nella campagna di Pisa, e ne fu l' architetto Lorenzo degli Albizi, il di cui pensiero si legge in un suo Discorso impresso in questa Raccolta degli Scrittori dell' Acque tom. IV. Questo ha dato a Pisa l' importante comodo de' mulini, di cui prima non era capace per non avere acque che avessero la caduta necessaria, e le somministra il comodo di altri edifizi di più generi, a cui questo fosso d' acqua corrente potrebbe servire di fondamento sì dentro la città, che nella prossima campagna. Traversando questo fosso tutta la pianura interposta tra l' Arno, e il Serchio, la difficoltà era di condurlo con una caduta regolare, e senza accecare, nè interrompere gli scoli di questa medesima pianura, che dalla parte superiore debbono andare verso il mare; ma girando lungo i monti, e sostenendolo con argini si è venuto a condurre a Pisa così alto, che ha dato luogo di poter far passare liberamente tutti gli scoli della campagna, per via di volte sotterranee sotto il suo letto, come dimostra la pianta di num. VI, e ha portato a questi medesimi scoli il benefizio di poter essere in tempo di state dall' acqua chiara, e fresca del Serchio, che disopra si può in essi versare, rinfrescati, e ripuliti, il che particolarmente giova al fosso delle fortificazioni della città, che serve di scolo a tutte le immondezze della medesima.

È però da avvertirsi, che toltane questa causa tutti gli altri trabocchi di questo fosso sono nocivi, e perciò si diceva, che le acque torbe del Serchio debbono sempre escludersi, perchè il fosso oltre all' interrirsi esso medesimo, interrisce tutti gli scoli della campagna per cui trabocca, e siccome questa campagna è già dalle proprie sue acque abbastanza carica, generalmente tutte le altre, che vi s' introducono non possono farvi che danno.

Prendendo a considerare il corso di questo fosso, s' incontrano le

mulina, che sono a Pratale, poco distanti dalle mura della città, nel luogo dove il fosso rimane intersecato dal fosso delle fortificazioni, delle quali mulina bisogna però farne uso con molta discretezza, massimamente in tempo di piene, perchè queste non possono macinare senza deviare le acque negli scoli sottoposti, il che nell'inverno, e in tempo di acque torbe riesce sempre di pregiudizio.

Fu osservato in appresso al ponte della Fuguretta d'Oseri, dove la Vicinaia e la Carbonaia passano sotto il detto fosso di Ripafratta, che il passaggio di questi due scoli è per mezzo di una volta sotterranea da due archi, onde il pilastro di mezzo, che deve sostenere i due archi, sempre serve d'impedimento alle acque, che debbano passare, sicchè per non restringere in tal guisa la luce di cui hanno sempre necessità questi scoli, fu detto che sarebbe tornato sempre meglio formare queste volte di un arco solo, e poichè l'agente della Duchessa di Massa interessato nello scolo della Vicinaia faceva istanza, che gli fusse permesso di ridurre a sue spese la detta volta nella sopraddetta guisa con un arco solo, gli fu dato l'opportuna permissione, tanto più che la detta volta, sopra di cui doveva passare il fosso di Ripafratta, cominciava a patire in modo, che le acque del fosso superiore cadevano in qualche parte nell'inferiore.

Proseguendo il corso di questo fosso si avvicina alla radice dei monti nel luogo detto i Bagni, ove diverse scaturigini di acque termali raccolte, e ridotte a uso di bagni tenuti una volta con molta properietà e dispendio, attiravano il concorso di molta gente, che nelle stagioni opportune andavano a curarvi le loro infermità; della qualità di queste acque, è stato già parlato da diversi professori di medicina con molta stima, onde riportandoci all'opinione già stabilita resta qui solo per l'oggetto della nostra visita a notarsi la situazione del luogo, la quale per se stessa sarebbe opportunissima per attirare l'affluenza de' forestieri, sì per la vicinanza alla città di Pisa, sì per la comodità del trasporto per mezzo del detto canale, se non fosse in qualche concetto d'aria insalubre, per cui si vede il soggiorno di questi quasi abbandonato, e privo de' comodi di buona abitazione, la quale non mancherebbe quando la frequenza delle persone concorrenti rendesse utile il fabbricarvi.

Questa opinione della poca salubrità dell'aria è fondata unicamente dal vedersi intorno appunto a questi bagni tre paduletti, come dimostra la pianta di num. VII, l'esalazioni de' quali non possono per verità altro che nuocere. Il primo di questi è l'Oseraccio, il quale è un canale che si partiva dal fosso di Ripafratta, e andava a levante lungo le radici de' monti, per servire con la navigazione al più comodo trasporto dei marmi, che dalle cave di quei monti in un tempo sono stati cavati. In oggi questo canale non comunica più

col fosso di Ripafratta essendone interrita e ripiena la comunicazione; onde resta totalmente stagnante, ed è mantenuto vivo, e pieno d'acqua da diverse polle sotterranee di cui que' monti abbondano. E siccome questo fosso dalla parte opposta al monte per mantenervi l'acqua alta a uso di navigazione era sostenuto con un argine; quest' argine vi è restato ancora, il quale presentemente non opera altro, che tenere insieme quella raccolta d'acque stagnanti, la quale essendo in oggi abbandonata, e per ciò ripiena di piante palustri, che poi vi si corrompono, è una sorgente di pessime esalazioni.

Considerando adunque il luogo, parve altrettanto opportuno quanto facile il liberare i bagni da questa cattiva vicinanza, potendo ciò farsi o con riaprire la comunicazione di questo canale col fosso di Ripafratta, nel qual caso si sarebbe dato moto a quelle acque, e ridottele in qualche modo correnti, ovvero con tagliare l'argine, che sosteneva al presente questo stagnamento del Oseraccio, e dare una direzione alle sue polle per il fosso dell'acqua calda ivi contiguo, il qual partito parve il più facile, e meno dispendioso giacchè le cave de' marmi per quei monti non sono più in uso; onde questo braccio di canale navigabile restava superfluo; e così è stato dopo la visita con gran felicità eseguito, non rimanendovi in oggi vestigio di quello stagnamento tanto orrido all'aspetto, e dannoso alla salubrità dell'aria circonvicina.

Sotto l'Oseraccio si vedeva un gran tratto di terreno infrigidito detto il padule del Palazzetto, e da un'altra parte una simile porzione di terreno detto il padule del Bagno, il quale per esser più vicino al bagno medesimo era ancora più dannoso, e dava maggior discredito a quel soggiorno.

Questi due paduli, che appartengono in proprietà allo scrittoio di V. A. R. fu osservato, che potevano avere sopra gli scoli della campagna una sufficiente caduta, non essendo di natura differente dalle terre loro circonvicine, che si vedevano buone, e seminabili; onde fu concluso, che se vi fossero cavate buone, e profonde fosse campestri con fare uso opportunamente del terreno cavato per rialzare gli spazi intermedj, si sarebbe con mediocre diligenza potuto asciugare l'uno e l'altro padule, come con tale diligenza si seppe che erano state prosciugate altre simili porzioni di terreno impadulito in quelle vicinanze, e da non molto tempo in qua ridotto a coltura.

Essendo adunque stato indicato il modo, che poteva tenersi, sono stati ancor questi due paduli dopo la visita prosciugati in modo tale, che al presente quei contorni non hanno l'orrido aspetto, che prima avevano, ne sono sottoposti alla taccia dell'insalubrità dell'aria la quale per nessuno altro titolo gli competeva.

Lo scolo delle stesse acque de' Bagni, che si và a unire alle altre

acque della campagna vicina, passando per canale sotterraneo sotto il fosso di Ripafratta, si osservò ripieno, e bisognoso di essere ripulito, e scavato, il che è già stato fatto; onde non resta in quel luogo da desiderarsi, che qualche maggior comodità di abitazione per uso de' forestieri, che bramano dopo queste mutazioni di poter godere il benefizio di quelle acque minerali.

Da questo luogo prosegue il fosso non distante dalle radici dei monti fino a Ripafratta, nè vi fu altra cosa, che richiamasse l' attenzione, se non la bocca, per cui l' acqua del Serchio si introduce nel fosso; la quale si vidde munita di due cateratte, per difendere il canale dalle torbe del fiume; ma non ostante si osservò, che il fiume per qualche strada sotterranea penetrando, produce dei gemitivi, e introduce in tal guisa irregolarmente le sue acque nel principio del sopraddetto fosso. E benchè sia stata in quel luogo difesa la ripa del medesimo, con una forte, e profonda muraglia, tanto qualche residuo di detti gemitivi ancora vi si scuopre; onde è necessario usarci continua attenzione.

Questa acqua del Serchio corrente verso Pisa ha dato luogo di pensare all' opportunità, che ella somministra, di fare andare con la sua velocità diversi generi di edifizi, e per questi furono in tempo della nostra visita avanzate diverse istanze sì per la città, che per la campagna; ma sopra tali edifizi è necessario avvertire singolarmente a non permetterne veruno in Pisa, nè fuori di Pisa, che possa per mezzo di steccaia, o di qualunque altra cosa equivalente fare alzare in minima parte il pelo dell' acqua del fosso, poichè questo sarebbe di grandissimo, e irreparabile pregiudizio agli argini superiori del fosso medesimo, alle luci dei ponti, che lo attraversano, e alle campagne adiacenti, che in breve ne sentirebbero del nocumento. Un altro genere di edifizi ancora non è lecito in verun modo permettere: e questi son quelli, per cui una parte dell' acqua di questo fosso si deviasse dal suo corso, perchè oltre al diminuire in tal guisa l' acqua alle mulina di Pisa, bisogna considerare, che l' acqua in tal guisa deviata non può gettarsi altrove, che sopra gli scoli della campagna, il che abbiamo detto più volte di sopra non doversi permettere in verun conto.

Sicchè volendo servirsi della velocità di quest' acqua per uso di edifizi, fu fatta riflessione, che la sua corrente è tale, che può da se medesima dare movimento a qualunque ruota, che vi fosse collocata nel mezzo, e che questo espediente era l' unico, che poteva mettersi in pratica senza far crescere il corpo dell' acqua; onde si concluse, che con tal condizione poteva aderirsi a tutte le istanze, che allora, e per i tempi futuri fossero fatte. E affinchè una simile ruota non dasse incomodo alla navigazione, fu detto, che chi voleva collocare

tali ruote, dovesse in quel luogo allargare l' alveo del fosso, in modo da poterlo dividere in due canali, uno de' quali più esposto alla corrente stesse sempre aperto, e servisse per la ruota, e l' altro stesse chiuso con semplici porte di legno da aprirsi ogni qualvolta passasse qualche navicello, o vero che si congegnasse la detta ruota in modo, che con tutta la facilità, e con piccola forza si potesse alzare, e abbassare tutte le volte, che qualche navicello passasse, il che fu creduto, che si potesse con agevolezza eseguire, come infatti sopra il disegno allora dato è a quest' ora dentro Pisa felicemente messo in pratica.

Ritornando a Arno, questo dopo lo sbocco del fosso di Ripafratta riceve appena uscito dalla città lo sbocco del fosso de' bastioni, il quale gira la città dalla parte di tramontana, e serve ancora di scolo campestre, e di scolo alle fogne della medesima città. Può questo fosso avere la sua caduta in Arno, per essere così prossimo alla città di Pisa, la quale è situata in un luogo più elevato di tutto il restante della sua pianura. È ben vero, che la sua foce è munita di cateratte, perchè non può ottenere il suo scolo, che nel tempo che l' acque d' Arno son basse.

Questo fosso de' bastioni nel girar la città passa per la Fagianaia, che è un bosco interposto tra la Porta nuova, e Arno, che occupa tutto lo spazio, ove sono collocati i bastioni di terra, che servono di fortificazione alla città; il qual bosco si osservò esser così insalvatichito, e ripieno, oltre alle piante grandi, che vi sono, di macchia bassa, che serviva di ricovero ad una prodigiosa quantità di serpi, e tratteneva in quello spazio di terreno l' esito delle acque, che dovevano scolare nel fosso accennato, con notabil pregiudizio dell' aria in un sito così vicino alla città. Perciò fu creduto espediente, che lasciate in piedi le sole piante alte, il detto bosco si tagliasse tutto, e si tenesse palito perpetuamente, procurando di dare al terreno il pendio necessario, perchè potesse liberamente scolare, come infatti è dipoi seguito con plauso universale, avendo convertito in un luogo di delizia quel ricettacolo di immondezze.

Da questo fosso de' bastioni in poi Arno non ha fino al mare verun altro influente, e solo per terminare il discorso di questo fiume, resta da parlare di una deviazione di Arno medesimo, la quale è il fosso de' Navicelli, che conduce a Livorno, che attesta in Arno sotto la Porta a Mare per l' appunto, e serve di comodo per il trasporto dall' una all' altra città, e per evitare la più lunga, e più pericolosa strada di bocca d' Arno, e del mare.

La bocca di questo canale è munita di una cateratta, affinchè le acque d' Arno non vi possano passare quando sono torbe, perchè con molta facilità seguirebbe l' interrimento del canale, che ha insensibile

caduta. E per avere a ciò un più geloso riguardo non si permette che in tempo di piene nè meno per il puro passo de' navicelli si aprano le cateratte; ma per trasportare i detti navicelli da Arno al canale vi è una macchina che si chiama Varatoio, ove per mezzo di una ruota i navicelli son trasportati, il che per altro riesce di qualche incomodo ai Bastimenti, che più facilmente potrebbero far questo passaggio per via di sostegni.

Del corso di questo canale non è qui luogo a parlare, riserbandone le osservazioni al discorso della campagna per cui esso traversa; onde passeremo secondo la divisione in principio accennata al fiume Serchio.

DEL FIUME SERCHIO.

Il fiume Serchio ha la sua origine dalle montagne di Modena, dalle quali scendendo, serve per un pezzo di confine fra il territorio Lucchese, e lo stato di Toscana, e scorrendo poi con l'una e l'altra ripa nel territorio Lucchese, rientra nello stato di Toscana, e particolarmente nel territorio Pisano un miglio sopra a Ripafratta, in luogo detto Cerasomma, e correndo in una vallata stretta tra i monti di Ripafratta da una parte, e di Filettole, e Avane dall'altra, entra nella pianura aperta con la direzione verso mezzogiorno; ma passati i monti di Vecchiano, in luogo detto Ponte a Serchio, fa un angolo prendendo la dirittura verso ponente, con la quale si porta al mare con corso assai più rapido di quello, che abbia Arno, attesa la minor distanza, che vi è dalla sua foce ai monti.

Abbiamo sicure memorie, che la sua foce in mare, ove di presente si vede, sia moderna, perchè si sa, che esso metteva le sue acque in Arno vicino a Pisa, come a contemplare la sua prima naturale direzione verso mezzogiorno potrà ognuno facilmente persuadersi, e come ce ne assicurano le testimonianze di Strabone, e di Rutilio Numaziano, che descrivono la città di Pisa come posta nell'angolo della confluenza di questi due fiumi. Si adducono ancora delle memorie antiche, per cui si potrebbe forse indicare più precisamente il corso del Serchio vicino alla città, e del suo corso per la campagna molte vestigia sono restate, come si può argomentare dal nome di Oseri, che spessissimo s' incontra in questa valle tra Arno, e Serchio, che non è altro che una corruzione di Esar, o Auser nome antico del Serchio. Ma l'appurare tali cose è da rilasciarsi agli studiosi dell' antichità Pisane, restringendoci noi alla pura descrizione dello stato presente; e solo si è stimato opportuno l' accennare questo, perchè altre volte è stato proposto di condurre questo fiume in Arno, come si può vedere nel mentovato discorso

di Lorenzo degli Albizi, impresso nella Raccolta degli Scrittori delle Acque, nel quale due pensieri sono accennati uno di dirigerlo per il lago di Bientina, e l' altro di unirlo appunto sotto Pisa, dove forse può esser corso un' altra volta.

Questo secondo pensiero ha per se il favore dell' antichità, e si rende plausibile col dire, che accrescendo in tal guisa il corso dell' acqua d' Arno vicino alla sua foce, la detta foce si terrebbe più facilmente profonda, e spedita, e favorirebbe la velocità del fiume. Ma se si riguarda lo stato della campagna presente, certo è, che questa unione non è eseguibile senza render paludosa una floridissima parte della pianura di valle di Serchio, la quale scolando tutta in mare per fiume morto, come dimostra la Pianta di num. X. resterebbe imprigionata dal corso del Serchio, l' altezza del quale non permette il libero scolo. Noi abbiamo di sopra accennato con quanta diligenza bisognasse costruire il fosso di Ripafratta, affinchè gli scoli della campagna superiore potessero sotto di esso per volte sotterranee passare: onde il far l' istesso a traverso a tutto il letto del Serchio, sarebbe un dispendio non proponibile. E se una volta questa confluenza di fiume sussisteva, come veramente non può dubitarsene, certo è che in quel tempo o i letti d' Arno, e del Serchio saranno stati più bassi come si può immaginare, ovvero la campagna interposta tra i monti, e la confluenza di questi due fiumi sarà stata tutta un padule.

Considerando adunque questo fiume nello stato che è, diremo, che corre ancor esso arginato per tutto il territorio Pisano per cautela delle pianure adiacenti, che restano più basse. È ben vero, che alcune di esse più prossime a detto fiume sono capaci in tempo di acque basse di ricevere in esso lo scolo, e in fatti vi si osservano le foci di qualche fossa campestre munite per altro di cateratte.

Per il mantenimento delle ripe di questo fiume non si può che insistere nelle cose medesime dette di sopra in proposito del fiume Arno, e ci conferma negli stessi sentimenti l' esperienza, che si riscontrò al principio della visita di questo fiume, il quale entrando colla ripa sinistra nel territorio Pisano a Cerasomma, prosegue colla ripa destra nello stato Lucchese per alquanto spazio fino alla comunità di Filettole, ove si ebbe luogo di vedere la differenza della ripa Lucchese tutta bene scarpata, e ben munita di salci, e altre piantazioni, e intatta però dalle corrosioni, che bene spesso s' incontrano nella ripa Pisana tenuta troppo in piombo, e spogliata.

Le istesse riflessioni fatte per Arno sopra i lavori murati si confermano anche in questa parte, ove se ne osservarono alcuni dannosi, e alcuni superflui, tra i quali recò qualche maraviglia un pantone che si vide di bosco a fiume, dove per avvicinarsi il Serchio

alla marina in mezzo a terreni macchiosi, e inculti, o palustri dall' una e dall' altra parte, non par prudenza l' esporsi a sì gravi spese per salvare i luoghi, dei quali non può considerarsi l' inondazione come dannosa.

Gli argini di questo fiume, che sono tenuti colle istesse leggi, e coll' istessa custodia di quelli d' Arno, sono per verità molto più deboli, e più bassi del bisogno, come l' ispezione oculare, l' esperienza delle spesse inondazioni, e i clamori di tutte le comunità interessate facilmente ce lo persuasero. Fu creduto adunque, che si dovessero soddisfare le istanze di quelle comunità confinanti, e furono accennati i luoghi, ove opportunamente dovevansi rialzare, e fortificare gli argini suddetti, per il successivo mantenimento dei quali, non si deve che l' insistere nella osservanza delle leggi, e usare le istesse cautele, di cui sopra abbiamo parlato negli argini d' Arno.

DELLA CAMPAGNA ADIACENTE AL LAGO DI MACIUCCOLI.

La campagna, che resta di là dall' argine destro del Serchio fino al confine del territorio di Lucca, ha tutti i suoi scoli nel lago di Maciuccoli; il quale è uno stagno d' acqua chiara, e profonda appartenente quasi tutto al territorio di Lucca, ed ha la sua foce in mare al porto di Viareggio. Questo lago ha vastissime adiacenze di pianura impadulita, per mezzo alla quale sono state scavate alcune fosse per ricevere gli scoli della campagna un poco più sollevata, e vicina agli argini del Serchio, ed in conseguenza capace di cultura, come dimostra la pianta di num. VIII. Le principali di queste fosse sono la Barra, che da Vecchiano conduce al lago; la Fossa magna, che riceve l' acque dei comuni di Nodica, e Malaventre, e similmente le conduce al lago; la Traversagna, che ha una foce nel fosso della Barra, e traversa la Fossa magna, e prende le acque della pianura di Migliarino, siccome quelle del fosso della Storrigiana.

Questi quattro sono i fossi maestri di questa parte di paese, che si mantengono a cura, e spese dell' ufizio de' fossi, e che servono di ricettacolo alle fosse, che ciaschedun particolare deve esser sollecito di scavare per condurvi le acque de' suoi terreni.

La Fossa magna, e quella della Barra erano in buon grado, e di sufficiente profondità, se non che si trovarono ancor esse impedite dalle solite chiuse, e incannicciate, che in gran parte vi formano i pescatori.

Il fosso della Traversagna si rende in oggi quasi inutile, perchè passa a traverso di una campagna totalmente impadulita, che non può ricevere da esso benefizio veruno.

Il fosso della Storrigiana si trovò molto ripieno, benchè ancor esso in oggi non è di uso, che a pochi terreni.

La bellezza e vastità di questa pianura, che resta nella maggior parte impaludita, ha risvegliato più volte il desiderio di portarvi qualche miglioramento, ma sempre con infelice successo. Nell' anno 1704. fu creduto, che l' aprire un nuovo esito al lago di Maciuccoli in mare potesse contribuire all' abbassamento delle di lui acque, e l' abbassamento di queste potesse prosciugare una parte delle sue adiacenze. E in conseguenza di questo pensiero vicino al confine di Lucca fu fatta una fossa a traverso il bosco di Migliarino, che prendendo le acque del lago le conduceva al mare. Ma l' esperienza diede a questo progetto l' esito, che anco avanti, benchè indarno gli era stato prognosticato; e fece vedere, che il livello del lago, che già per la bocca di Viareggio comunicava col mare, non poteva con aprirvi un' altra, nè infinite altre comunicazioni abbassarsi, e fece vedere, che la fossa medesima non poteva tenersi aperta; poichè il picciolo corpo d' acqua, e privo di caduta, che prendeva dal lago, non era bastevole a tenere la sua foce libera da' sorrenamenti, che i venti, e l' impeto del mare ben subito vi fecero.

Inutile adunque appena fatta restò questa fossa, che si vede ancora, e può servire di memoria per far comprendere di quale importanza sia al territorio Pisano l' esser sempre assistito da un architetto di grande, e conosciuto sapere; poichè la di lui perizia può salvare da tante spese inutili, che alle volte per ignoranza, alle volte per troppo desiderio di operare, vengono di tempo in tempo proposte.

Un' altra memoria abbiamo in questo paese di un' infelice esperienza tentata per prosciugarlo da un certo Olandese, detto Pietro Vander Street, che ottenne nell' anno 1653. dal principe Don Lorenzo de' Medici, la proprietà di quella palustre pianura, con diversi privilegi, affinchè per suo profitto si affaticasse a migliorarla, la quale anco in oggi da un simile nome corrotto si chiama Valdistratte. Tentò questi di ridurla, con intersecarla di spessi canali, che attestavano agli scoli maestri del paese, cioè alla fossa Magna, e in questi canali sperava egli di poter condurre tutte le acque degli spazj di terreno intermedi, facendovele salire per via di mulini a vento, di alcuni de' quali si vedono anche di presente le vestigie. Siccome sussistono ancora le vestigie di un grande edifizio fatto nel mezzo di quella pianura per brillare il riso, che egli si lusingava di potervi raccogliere. Ma due grandi inavvertenze renderono inutile le sue fatiche, e le sue spese, che ben presto assorbirono il di lui patrimonio. La prima è la forza del vento, che non è così regolare come in Olanda, in cui però non può contarsi quando il bisogno appunto lo esigerebbe. La seconda è la tessitura del terreno, la quale in tutto

il territorio Pisano è fragilissima, e di moderna, spugnosa, e flessibile formazione, e vicinissimo per tutto all'acque, la qual natura del buono, e più sano terreno di questa provincia, molto più si manifesta in detta pianura, che non ha ancora perduto l'aspetto di padule, dal che ne viene, che nel mezzo a una campagna di questa sorta, poco giova lo scavare canali, e il formare argini, perchè l'acqua che inzuppa il terreno degli spazi intermedj non si separa, come segue nelle terre buone, e solide, ne concepisce movimento per andare a raccogliersi nel fondo delle fosse campestri, ma resta sempre come in una spugna legata, e mescolata col terreno, che se ne impasta, e se ne imbeve, senza che vi sia arte che vaglia a separare le parti aride dalle umide. E inoltre, quando ancora si potesse dare il caso, che quest'acqua si separasse dal terreno, e si conducesse alle fosse, e che poi da queste fosse si facesse con felicità a forza di macchine salire nei canali di scolo, non per questo i campi resterebbero asciutti, poichè dovendosi formare i canali, e gli argini dell'istessa qualità di terreno, che ivi si trova, l'acqua subito trapassando per le mal tessute pareti di detti canali ritornerebbe ben presto alla sua primiera espansione, riassumendo il suo natural livello, dal quale non vi è forza, nè ingegno che possa rimuoverlo.

La natura per altro non ha lasciata questa porzione di paese priva affatto di soccorso, quando si voglia con qualche efficacia pensare al di lei bonificamento. Il paese è così naturalmente basso, che senza alzarne la superficie resterà sempre padule come è, onde il soccorso non si può prendere, ne sperare altronde, che dalle acque del Serchio, le di cui torbe saranno sufficienti a *rialzarlo tanto che serva* a ottenersi il desiderato prosciugamento.

Pare a prima vista molto difficile l'introdurre in questo piano le acque del Serchio essendovi interposta una barriera dei monti di Filettole, e di Avane, e di Vecchiano, di là dai quali il fiume ha il suo corso. Ma non ostante il pensiero è comodamente eseguibile, e per tale è stato riconosciuto anco nei tempi più antichi, come si può vedere nel sopra citato Discorso di Lorenzo degli Albizi. E siccome per verità questo è l'unico rimedio, sopra di cui si possa sperare la salute di quel piano, e che l'importanza di detto piano è così grande da poter compensare anco la grave spesa che si richiede; noi credettamo di dovere nel tempo della nostra visita appurare con precisione, come potesse essere fattibile questo pensiero, che solo si trova dal detto Lorenzo degli Albizi accennato, e quale sarebbe la spesa necessaria per effettuarlo.

A tale effetto fu fatta un'esatta livellazione di quella campagna, e fu trovato, che prendendo l'acqua sopra la steccaia di Ripafratta, avrebbe questa sopra il piano da colmarsi una caduta più che

sufficiente, come ne risulta dalla carta di livellazione annessa al num. IX. E rispetto al modo di condurre quest'acqua, non è impossibile il tagliare il Poggio di Pietra a padule, come propose Lorenzo degli Albizi; e più facile, e meno dispendioso sarà il semplicemente traforarlo; al quale effetto furono prese le misure necessarie, dalle quali computata la spesa del canale, che dovrebbe farsi sopra e sotto terra, e tutte le altre operazioni, che sono opportune per mettere in buon grado quest'opera, risulta che la spesa passerebbe di poco scudi ventun mila, come apparisce dallo scandaglio annesso alla carta di numero IX, il che se si dà un' occhiata alle campagne che si possono con tal mezzo acquistare, e migliorare, non sembrerà eccedente. E da riflettersi inoltre, che a tal colmata non ostano quei dubbi che si sono accennati nel capitolo secondo, parlando di una colmata generale della pianura Pisana; perchè si tratta di un paese di moderata estensione in proporzione delle copiose torbe del Serchio, e quello che più importa, si tratta di un paese tutto al presente inculto, e totalmente palustre, per colmare il quale non conviene perdere porzioni notabili di terreno coltivato, nè fare danno a veruno, giacchè cominciando da' paduli, che sono alle faldi de' monti di Filettole, e di Avane, si potrebbe procedere in appresso più oltre acquistando terreno, sempre di padule in padule, fino alla macchia di Migliarino, con sicura speranza di far col tempo, e col denaro sufficiente, e con osservare le buone regole, importantissimi progressi. Talchè potrebbe questa essere una proposizione ben degna di farsi alla clemenza di V. A. R. la quale con molto vantaggio del suo proprio patrimonio, proprietario in gran parte di quei vasti paduli, potrebbe apportare un singolarissimo benefizio all'aria, ed alla fertilità di tutto quel paese. E quando non piacesse alla R. A. V. di fare l'impresa per conto proprio, e che ella si degnasse accordare a chi la facesse la proprietà del terreno, non si crederebbe impossibile il trovare una compagnia di persone facoltose, che per utilità delle loro famiglie sacrificassero al presente questa somma di denaro, con isperanza certa di acquistare per i figliuoli bellissime possessioni.

Avvicinandosi da questa parte al mare si esce dai paduli, che circondano il lago di Maciuccoli, e si trova il bosco di Migliarino che copre tutta la spiaggia, tra il Serchio, e il confine di Lucca, ed ha circa tre miglia di larghezza. Il terreno di questa spiaggia marina, è come nel restante della spiaggia Pisana di superficie ineguale, distinto in tumuli, e in vallate come appresso a poco si vede giacere il lido del mare. Questi tumuli, che si chiamano tomboli, restano per lo più paralleli al lido del mare, e interposte si veggono tra l'uno e l'altro quelle vallate che si chiamano lame, e fanno la figura di

64

spaziosi solchi, dentro a' quali l'acqua si aduna, e stagna non avendo esito veruno; onde avviene che questo bosco nell'istessa guisa degli altri, che cuoprono la spiaggia Pisana fino a Livorno, sia sempre pieno di stagnamenti, alcuni de' quali nell'estate si rasciugano, altri nò, per essere più copiosi d'acqua, e più concavi, tra i quali nel bosco di Migliarino i più considerabili sono l'Ugnone, e il Serchio vecchio.

Alcuni di questi luoghi sono lasciati in tal guisa puramente per incuria, perchè trattandosi di terreni inculti, e macchiosi, non comple ai padroni fare delle spese per dar loro lo scolo conveniente. Altri poi sono veramente dalla natura condannati a esser pantani, essendo più concavi de' luoghi adiacenti, nè altro rimedio a questa loro bassezza vi potrebbe essere, che il servirsi una volta delle torbe del fiume per rialzarli, quando l'aver migliorato, e ridotto in buon grado tutta la campagna coltivabile desse adito a rivolgere prudentemente il pensiero anche agli scoli delle boscaglie.

DELLA CAMPAGNA ADIACENTE AL FIUME MORTO.

Tutta la campagna interposta tra l'argine destro d'*Arno*, e il sinistro del Serchio, e i monti confluisce per vari rami in fiume Morto, il quale una volta imboccava nel Serchio, ed ora ha la sua foce in mare, come dimostra la pianta di num. II. Esposta a grandissimi danni era tutta questa pianura, avanti che fosse aperta questa foce, attesa la difficoltà dello sbocco nel Serchio, che bene spesso era più alto del dovere. E fu pensiere del p. *Castelli* il voltar lo scolo della campagna diritamente al mare. E quatunque si trattasse di portar la foce di quest' acque in un punto notoriamente più basso, non ostante questo suo pensiero ebbe a soffrire vivissime contradizioni, come risulta da diverse sue lettere impresse nella Raccolta degli Scrittori delle acque.

La maggiore obiezione che gli venisse fatta, era la difficoltà di tenere la foce di fiume Morto in mare aperta, atteso l'impeto dei venti, e dei sorrenamenti; al che egli rispondeva, che l'impeto dei venti tanto faceva resistenza alla foce del Serchio, che a quella di fiume Morto, e che rispetto a' sorrenamenti, il corpo dell'acqua di questo fiume era tanto grande da potersi da se medesimo aprire la strada, cessati che fossero i venti contrari, e molto più poteva aprirsela prestissimo ogni qual volta in caso di grande scorrenza si fosse aperto tra le arene un piccolo fossetto, che egli avrebbe in poche ore con la sua corrente dilatato molto amplamente, del che se ne dovè in quel tempo fare un' esperienza alla presenza dei Principi di Toscana che si trovarono in Pisa.

In somma il progetto del p. Castelli non ostante tutte le contradizioni riuscì felicemente, e da quel tempo in poi questa parte di campagna ha preso un altro aspetto, talchè in oggi si può dire la migliore di questa provincia, e se gli abitatori non le mancassero, potrebbe tutta scolare senza difficoltà, essendosi in fatti a poco a poco con la pura arte dell' agricoltura espurgati diversi padulетti, come quegli di Agnano, e di Asciano, e dopo la visita quelli intorno a' bagni, di cui sopra abbiamo parlato, il che potrebbe succedere a molti altri, quando l' industria, e le forze de' proprietari vi si applicasse.

La parte di questa campagna prossima al mare, detta la macchia di S. Rossore, è ancor essa boschiva, e distinta in tumuli, e lame, come abbiamo detto di quella di Migliarino, delle quali alcune potrebbero avere scolo, se chi le possiede, volesse, e altre non possono sperare in altro soccorso, che nelle torbe d' Arno, quando una volta fosse giudicato espediente voltarlo per quella parte.

Per ritornare al fiume Morto, questo è un canale maestro, che traversa per lo lungo tutta la pianura da Caprona al mare, e fino all' intersecazione del fosso di Ripafratta si chiama la Vicinaia; indi prende il nome di Mantraverso fino alla madonna dell' Acqua; e indi quello di Scorno fino al ponte della Sterpaia, ove comincia a nominarsi fiume Morto. E per tutta la sua lunghezza divisa in questi quattro nomi è il suo mantenimento a carico dell' ufizio de' fossi, e al tempo della visita si trovò essere in buon grado, osservandosi in fatti, che questa parte di campagna era quella, che pativa meno dell' altra.

Due principali canali mettono le acque in questo fosso, uno dalla parte tra il Serchio, e il fiume Morto, e si chiama il Fosso dell' Anguillara, ancor esso a carico dell' ufizio de' fossi, il quale per essere scavato da non molto tempo non meritava anche esso per allora veruna spesa.

Nel fosso dell' Anguillara mette foce l' Oncinetto appartenente ancor questo all' ufizio, e il fosso doppio che si mantiene per tre parti dell' ufizio, e per una quarta parte dagl' interessati; e questo era mediocremente ripieno, onde tra qualche tempo sarebbe stato in necessità di escavazione. E tutti questi fossi servono di rami maestri agli scoli della campagna, perchè a qualcheduno di essi attestano molti altri fossi, di cui per non appartenere all' ufizio non si fa menzione, i quali ricevono le acque particolari dei fossi campestri.

E per migliore intelligenza è qui necessario avvertire, che di tre sorte fossi si trovano nella pianura Pisana. I primi, che sono i recipienti principali, sono quelli, che dall' ufizio si scavano, e mantengono a proprie spese. La seconda classe è composta di quelli, di

cui si raccolgono le acque di molti terreni di diversi padronati, i quali l' ufizio ha cura di scavare, e tener puliti con la sua direzione, acciò la moltitudine de' padroni non cagioni disordini, e negligenza, con distribuire la spesa occorrente sopra ciaschedune di detti proprietari interessati nel mantenimento dello scolo. La terza classe è di quelle propriamente dette fosse campestri, le quali per appartenere a un sol padrone, e per ricevere le acque del particolare suo terreno, oltre l' essere a carico del proprietario si rilasciano dall' ufizio anco alla sua particolare provvidenza, devendo ciaschedúno tenere i suoi campi in grado di potere scolare, se vuole ricevere il benefizio delle sementi, onde sopra questi l' ufizio non vi prende altra ingerenza, che di fare osservare le leggi, che sopra a tal materia sono generalmente promulgate per il benefizio della coltivazione della pianura Pisana, perchè talvolta la negligenza del possessore non pregiudichi ai suoi vicini.

Di queste adunque non abbiamo giudicato espediente il farne menzione, perchè la consideriamo come un' incombenza totalmente privata, appartenente a ciaschedun proprietario dei terreni.

Della seconda classe similmente non abbiamo creduto necessario il farne in questo luogo menzione, perchè questi fossi non si scavano con gli assegnamenti dell' ufizio, e quando l' ufizio tien puliti, e in buon grado i recipienti maestri, deve essere a cura degli interessati in ciaschedun fosso di fare le opportune istanze, perchè l' ufizio intraprenda l' escavazione anco di questi, il che ci pare estraneo dai bisogni pubblici della campagna, che sono quelli, che coll' istanze di veruno non si possono rimediare, e quelli per cui è necessario trovare gli assegnamenti.

Restringendosi adunque alla descrizione de' fossi dell' ufizio abbiamo fatta menzione di quelli, che sono tra fiume Morto, e il Serchio, che sono i migliori, che si siano veduti nel decorso della visita.

Passando ora all' altra parte, il primo ramo, che sbocca in fiume Morto, si chiama fossa Cucoia, nella quale mette foce un altro fosso nominato il Tedaldo, e il secondo ramo è l' Osaretto, in cui sbocca il Marmigliaio. E tutti questi quattro fossi, che conducono le acque della campagna interposta tra Arno, e fiume Morto, e sono a carico dell' ufizio, si trovárono sommamente ripieni, e bisognosi di pronta escavazione, per sollievo delle belle, e fertili pianure adiacenti, che soffrono per tale ripienezza gravissimi, ed evidenti danni.

DEL FOSSO REALE, O CALAMBRONE.

La pianura interposta fra Arno, e le colline, si può comodamente dividere in tre parti. La prima dalla Cecinella alla Cascina, quale

per essere più alta del rimanente, ha per mezzo di diversi rivoli, e torrenti, il suo scolo libero in Arno, e che perciò ci parve in ottimo grado, e che non meritasse le considerazioni, che bisogna avere per le parti inferiori.

Dalle sponde della Cascina, che si unisce poi con l'Era fino al mare, tutta la pianura scola nel fosso Reale, il quale la divide in due parti; onde per la seconda parte considereremo quella, che resta tra Arno, e il fosso Reale, descritta nella pianta di num. II; e per la terza quella, che rimane tra il detto fosso Reale, e le colline, delineata nella pianta di num. II.

Il fosso Reale fu fatto nell'anno 1554, e principia nel comune di Lari sotto il poggio di Lucignano, col nome di Zannone, e proseguendo il suo corso fino al ponte di S. Martino nel comune di Latignano, prende il nome di fosso Reale, e di qui camminando per linea retta, entra nello Stagno, e passati i ponti di Stagno si spagliava prima nei paduli detti il Calambrone, che avevano communicazione col mare; ma nell'anno 1716. fu sotto i ponti di Stagno prolungato il suo canale, e condotto per mezzo di detti paduli, incassato, e arginato a mettere foce in mare, come al presente si vede.

Questo fosso prende l'acqua della Crespina, dell'Orcina, dell'isola della Tora, e dell'Ugione, che sono torrenti d'acque torbide, che dalle vicine colline scendono nella pianura, prende gli scoli d'acque chiare della pianura medesima dalla destra, e dalla sinistra delle sue sponde, come dimostra la pianta di num. II. sicchè egli è un recipiente d'acque chiare insieme, e di acque torbe, e si deve considerare essere egli più della natura de' fiumi, che degli scoli campestri. Scorre in oggi sostenuto da buoni argini per tutta la pianura coltivata, finchè entrando nelle praterie, e altri terreni palustri dello stagno, e nello stagno medesimo, quest'argini si cominciano ad abbassare, e danno luogo a tutti i trabocchi di questo fosso, che per causa delle sue piene sono spessi, e prosegue poi con argini quasi che affatto guasti per mezzo ai paduli del Calambrone, dove ha la sua foce come abbiamo detto in mare.

La direzione di questo canale fatta nell'anno 1716. dette luogo a dubitare, se potesse esser nociva al porto di Livorno, perchè le torbe del fosso Reale, che prima si spagliavano nei paduli del Calambrone, sarebbero per mezzo di questo nuovo canale portate tutte raccolte al mare, in luogo, dove la vicinanza del porto, di sua natura inclinato a riempiersi, poteva indurre in qualche ragionevole sospetto, che tale sopravvenienza di torbe fosse per apportargli un nuovo motivo di ripienezza. Per avere qualche considerazione a questo dubbio fu chiamato alla nostra visita del Calambrone il sig. Gio. Maria del Fantasia proveditore delle fortezze, e fabbriche di Livorno,

per la sua perizia, e per la sua avanzata età ben pratico di quel ministero, il quale assicurò che nel porto di Livorno dal 1716. in qua anzi in poi non erano state impiegate maggiori spese, o fatiche negli ordinari ricavamenti del porto di quelle, che si solessero impiegare prima di detto tempo; e assicurò inoltre, che nella ripienezza del suddetto porto dal 1716. in qua, niuno aumento sensibile poteva riconoscersi.

Questa asserzione di un uomo assai perito nell' arte, e che per ragione del suo ministero deve avere piena informazione di tali cose ci fece apprendere per più remoto, di quel che alle volte si sente decantare, il pregiudizio del porto di Livorno. Ma non per questo si restò persuasi doversi abbandonare ogni pensiero sopra di ciò, perchè il timore di questi interrimenti si vede, che è antico, ed è specialmente accennato nel sopra mentovato Discorso di Lorenzo degli Albizi, ed è fondato nella legge della natura, per cui si apprende, che proseguendosi dagl' influenti torbidi a portar terra sopra un lido di spiaggia bassa, qual è quello del mare Toscano, si abbia questa spiaggia col tratto successivo del tempo a interrire, il che osservando l'aspetto di tutte l'adiacenze littorali del piano di Pisa, pare per verità, che sia da gran tempo in qua con lenti acquisti seguito. E ce lo conferma l'esperienza istessa di Livorno, la di cui torre detta del Marzocco, fondata già nel mezzo al mare, si rende in oggi quasi accessibile in alcuni tempi senza imbarcazione.

Quando adunque col tempo si credesse opportuno di fare qualche spesa per allontanare sempre più questo pericolo, si crederebbe espediente di far qualche diligenza alla foce di *detto Calambrone*, per voltarla verso ponente, prolungandola in mare con qualche lavoro, che tenga le acque per qualche tratto incassate verso la detta direzione, il che farà profittare alle sue torbe del moto della corrente littorale, che si trova nel Mediterraneo, la quale, procedendo in questo mare verso ponente è più atta a tener lontane dal porto di Livorno le torbe. E tale lavoro farà frattanto un altro benefizio di tenere più facilmente scavata, e profonda questa foce del Calambrone, per dove tutte le acque della campagna Pisana debbono passare.

Per tal causa si crede addesso opportuno di non si mettere in pena di risarcire l'argine sinistro del medesimo Calambrone ne' luoghi più vicini al mare, ove confina con i paduli contigui al vecchio Calambrone; poichè fu considerato, che non può essere di pregiudizio veruno alla campagna superiore, che il canale del Calambrone correndo incassato fino al mare, e mantenendo in tal guisa la velocità necessaria per dar moto alle acque superiori, in tempo di acque soprabbondanti trabocchi nei paduli adiacenti; anzi si crede, che tal trabocco possa portare il benefizio di colmare gli stessi paduli, e

ridurli capaci di dar qualche frutto, il che per la loro naturale bassezza non può sperarsi, se non mediante un rialzamento di terreno.

Si dice, che tal trabocco può permettersi nell' argine sinistro, perchè nel destro bisogna avere un' altra avvertenza di tenerlo bene fortificato, sì per mantenervi il comodo delle alzaie, sì perchè le torbe del fosso Reale traboccando da quella parte potrebbero interrire gli scoli, che a quello scorrono vicini; onde per questa parte è necessità, che l' argine si prolunghi più prossimo al mare, che nell' altra.

Generalmente però accostandosi più in su verso i ponti di stagno la necessità di tenere gli argini ben custoditi vi è dall' una, e dall' altra parte, e per tutto il corso dello stagno debbonsi gli argini rialzare, e uguagliare a quelli che il fosso Reale ha nelle parti superiori, che sono molto belli; perche è un grandissimo errore il permettere, che le acque torbe del fosso Reale si diffondano nello stagno, poichè ricoprono con tale espansione gli scoli della campagna, che a traverso il medesimo stagno vanno a trovare il fosso Reale, tengono in collo le loro acque, e interriscono li loro canali, cosa di notabilissimo pregiudizio.

Arginato che sia in tal guisa il fosso Reale fu considerato, che essendo questo un recipiente di acque torbide, non era espediente, che servisse anco di ricettacolo alle acque chiare della pianura, poichè il mescolare queste acque nei luoghi che mancano di caduta, è sempre nocivo, attesochè il letto dove corrono le acque torbide, non può far di meno di non si rendere sempre più alto di quel che sia conveniente agli scoli campestri, e la comunicazione delle due acque espone sempre gli scoli ai rigurgiti, e agli interrimenti. E per ciò fu stabilito doversi porre per regola di tener le acque torbe da se rinchiuse tutte nel fosso Reale, e di escludere dal medesimo tutte le foci dell' acqua chiara, mandandole per via di recipienti separati a destra e a sinistra a scolare nei punti più bassi, che sia possibile.

Un tal provvedimento oltre al bene che farà alla campagna, che deve scolare, e al risparmio degli interrimenti, che si eviteranno negli scoli collaterali, cagionerà un altro notabilissimo risparmio all' ufizio de' fossi, il quale a speso per tenere scavato il fosso Reale somme molto più importanti, che ragguagliano più di mille scudi l' anno. Questa spesa di escavazione è stata forse creduta necessaria, perchè trovandosi il letto del fosso Reale più alto di quello, che gli scoli della campagna adiacente richiedevano, si è creduto con l' escavazione di riparare all' inconveniente, senza avvertire che questo fosso è della natura de' fiumi, perchè veramente prende l' acque de' fiumi soprannominati, che scorrono dalle colline, e che i fiumi si formano da se medesimi l' altezza del letto di cui hanno bisogno per acquistare la loro necessaria caduta, onde l' escavarli è spesa ridicola,

e inutilissima, perchè ben presto fanno riprendere al loro letto la prima figura, la quale è un effetto necessario della loro direzione.

Sicchè riserrando tra buoni, e gagliardi argini il fosso Reale per assicurarsi delle di lui inondazioni, ogni pensiero di escavarlo da qui avanti si può abbandonare, ponendo l'unica cura in proibire più che sia possibile ogni commercio fra le acque torbe in questo fosso, e le acque chiare della campagna, per cui a suo luogo si additeranno le strade collaterali, che si giudicheranno più opportune.

Il fosso Reale viene intersecato dal fosso de' Navicelli, che da Pisa conduce a Livorno, e questa intersecazione accade appunto poco sotto i ponti di Stagno, in luogo assai distante dal mare, ove le piene del fosso Reale possono introdursi nel fosso de' Navicelli, e quindi diffondersi in diversi canali, che dalla campagna in quello sboccano, e nello stagno ancora, che ha diverse comunicazioni con detto fosso de' Navicelli. Perciò ad oggetto di chiudere anco questa bocca, per cui le piene del fosso Reale potrebbero introdursi nella campagna, giacchè l'intersecazione di questi due fossi non si può fuggire, il rimedio, che può suggerirsi, è quello di ritirare il canale de' Navicelli più vicino al mare che sia possibile, acciò l'intersecazione segua in un punto più basso, che possa aversi del fosso Reale, e in luogo perciò meno pericoloso, e meno esposto al regurgito delle di lui piene, le quali più difficilmente da questo punto basso, ove in molti altri luoghi inculti, e palustri possono diffondersi, s'insinueranno nei canali superiori della campagna. E se tal cautela non apporterà tutto quel giovamento, che si desidera, vi è sempre il rimedio delle cateratte da porsi all' una e l'altra parte di questa intersecazione, il qual rimedio si propone in secondo luogo, perchè è dispendioso; ma per altro merita di esser considerato per principale in riguardo alla sicurezza in cui porrebbe questa pianura da tutti i mali che soffre, per l'escrescenze del fosso Reale.

Ci resta a parlare di una proposizione modernamente fatta sopra di questo fosso, consistente in renderlo un canale navigabile, con estenderlo ancora fino alla Cascina verso il Ponsacco, per dare il comodo a tutti gli abitanti di quelle colline, e di quella pianura di trasportare i loro generi alla città di Livorno. Noi avemmo la curiosità di appurare pienamente questa proposizione, e si riconobbe in primo luogo, che il fosso Reale per quanta copia d'acque sia solito portare in tempo di piene, pertanto non si può dire che è navigabile, poichè passate le straordinarie escrescenze, resta all'uso de' torrenti, se non del tutto arido, almeno con un piccolo rivolo d'acqua, lontanissimo dalla capacità di sostenere qualunque piccola imbarcazione.

Non essendo adunque navigabile, non si può immaginare di renderlo

in altra guisa, che facendovi crescere di corpo l'acqua per via di parate, e sostegni, il che ognuno vede quanto sia assurdo, o si consideri questo fosso come un torrente tale quale è, in cui senza far forza agli argini superiori, tali parate non possono costruirsi; o si consideri come uno scolo di acque campestri, la di cui natura esige che il pelo dell'acqua si tenga più basso che sia possibile, ò si consideri come un misto di fiume, e di scolo tale quale al presente si ritrova, e che per tutti i riguardi abborrisce il freno di questi sostegni, che sarebbe forza di apporli per renderlo navigabile.

Un tal discorso persuade l'assurdità di un tal progetto non solo nel fosso Reale, ma ancora nel rio del Pozzale, o in qualunque altro fosso di scolo, che in subalterna condizione veniva proposto.

Esclusi dunque tutti i fossi presenti si riduceva la proposizione a creare un canale totalmente nuovo, che non servisse nè di scolo alla pianura, nè di recipiente alle acque torbe della collina, in tal caso per rendere navigabile questo nuovo canale, la prima difficoltà s'incontrava nell'acqua da darli per suo mantenimento. Si pretendeva questa potersi ricavare dalle polle, che formano in collina il bagno a acqua, le quali sono acque calde termali, che si raccolgono in quel luogo a uso di bagni, i quali quantunque non siano così copiosi, nè così magnificamente costruiti come quelli di Pisa, non ostante sono in qualche maggior credito, e continuamente frequentati nelle stagioni opportune. Il rifiuto adunque di questi bagni forma un ruscello sempre perenne, anco nell'estate, il quale s'immerge nel fiume Cascina. E questo ruscello si credeva, che deviato dalla Cascina, e introdotto nel nuovo canale, potesse fornire l'acqua sufficiente alla navigazione, trattenendovela, e facendovela alzare di mole per via dei sopraddetti sostegni.

Non si crede da noi necessario il calcolare per l'appunto, se quest'acque delle polle dei bagni, che quantunque perenne, è però assai scarsa, fusse sufficiente a mantener navigabile il preteso canale; ma ci servì il riflettere, che in primo luogo la spesa di scavare un canal nuovo per almeno dal Ponsacco fino al fosso de' Navicelli, di arginarlo, di farlo passare sopra tanti canali di scolo, che traversano la campagna, di mantenervi li sostegni, e gli operanti necessarj, era accidente, e che dall'altra parte l'utilità di questo canale era impercettibile. Poichè dal Ponsacco, e luoghi circonvicini tutte le mercanzie, che si volevano, e si solevano a Livorno trasportare per acqua, potevano già di presente andarvi per la via d'Arno, che non è distante da quei contorni più di tre, o quattro miglia, come infatti si pratica; onde quei generi, che dalle colline si sogliono portare per vettura a Livorno, e che soli avrebbero potuto profittare di questo nuovo canale, si riducono a piccole provvisioni di

polli, frutte, e ortaggi, che formano un così piccolo oggetto, da non permettere, che si pensi in favore di esso a una tanto grandiosa spesa, la quale di niun altro profitto sarebbe alla pianura Pisana bisognosa per motivi più pressanti di altri soccorsi.

Queste considerazioni siccome ci persuasero della vanità di questo progetto, così crediamo, che possino esser bastevoli a persuaderlo in avvenire, ogni qual volta fosse per essere risvegliato. E tralasciando per tanto il discorso del fosso Reale, passeremo a parlare delle campagne adiacenti, e del modo di procurar loro il più libero scolo.

DELLA PIANURA INTERPOSTA FRA ARNO, E FOSSO REALE.

Questa pianura come dimostra la pianta di num. II. si può considerare distinta in tre parti. La prima superiore allo Stagno, che per diversi fossi scola nel fosso Reale. La seconda è lo Stagno medesimo con quella porzione di pianura, che scola in esso. La terza è fra lo Stagno, e il mare, che parte scola nel fosso de' Navicelli, e parte è macchia, e spiaggia marina, detta la boscaglia di Tombolo. Di questa terza parte siccome quella piccola porzione che scola nel fosso de' Navicelli, vi scola per canali che non sono a carico dell' ufizio de' fossi, e l' altra porzione macchiosa non ha scolo regolare, e nulla di più si può dire, se non quel che si è detto per S. Rossore, e per Migliarino, così noi non avremo luogo di farne altra menzione.

Nella prima parte di pianura superiore allo Stagno quelle campagne che sono sopra alle Fornacette hanno due bellissimi fossi maestri, uno detto il rio del Pozzale, e l' altro del fosso Nuovo, che si congiungono dopo un corso di molte miglia vicino al fosso Reale, e in esso imboccano per una sola foce, che si chiama della fossa Nuova. L' uno e l' altro di questi fossi appartiene all' ufizio, quantunque alla spesa della fossa Nuova concorrino per metà gl' interessati. E sono questi recipienti di vastissimi terreni, dove sboccano molti altri recipienti minori, che si scavano a spese dei respettivi proprietarj. Il piccol tratto della foce comune di questi due fossi, è pulito, e cavato di fresco, ma nel rimanente di tutto il loro ben lungo corso sono pienissimi, e bisognosi di pronta escavazione.

Dalle Fornacette in giù principia l' antifosso d' Arnaccio, il quale scorrendo parallelo al canale d' Arnaccio, di cui sopra abbiamo parlato, che serve di trabocco nelle piene d' Arno, si congiunge dirimpetto a Coltano col fosso del Caligio, i quali poi uniti assieme col nome di fossa Chiara intersecano il fosso de' Navicelli, e vanno sotto i ponti di stagno a metter foce nel Calambrone. La detta fossa Chiara era scavata di fresco, ma non ostante si osservava aggravata di notabile interrimento; onde per essere un canale, che serve di

ricettacolo a tante acque si crede, che tra non molto tempo sarebbe bisognato rivolgere il pensiero a scavarlo di nuovo.

L' antifosso poi e ripienissimo, e bisognoso di pronta escavazione, e più bisognoso di esso è il Caligio, il quale serve a una pianura più bassa. Tutti tre questi fossi sono di pertinenza dell' ufizio, siccome al medesimo appartengono il fosso Vecchio, il fosso di Oratoio, il fosso di Titignano, e quello del Torale, che sboccano nell' istesso Caligio, e quanto il Caligio bisognosi tutti di prontissima escavazione, essendosi per verità trovata questa parte di fertilissima campagna molto danneggiata dalla ripienezza di questi fossi dell' ufizio, che cagionano in oltre la ripienezza di moltissimi altri di pertinenza de' particolari, che debbono in quello influire.

L' essere in necessità l' ufizio di scavare prontamente tanto numero di fossi, ci fece rivolgere l' animo a pensare se era possibile il diminuirli il dispendio. E primieramente cadde in considerazione, se quella macchina per alzare l' acqua, di cui sopra abbiamo parlato, giacchè non era fattibile di applicarla a quei canali, che hanno il bisogno di un perpetuo scolo, per le ragioni sopra enunciate fosse almeno usabile per fare nei fossi l' operazione, che chiamano di aggottare, che è di rasciugar quella parte di fosso, che si vuole scavare. Ma ancora qui fu considerato, che il trasporto, e l' idonea collocazione di questa macchina a ciaschedun fosso avrebbe importato qualche spesa notabile, e che bisogna anco valutare la facilità di rompere detta macchina usandola, e la difficoltà di ripararla prontamente in luoghi disabitati, come è la campagna di Pisa, e che dall' altra parte l' operazione delle aggottature, che si fa a mano, supposto un numero sufficiente d' uomini riesce facile, pronta, e sicura. E questo numero d' uomini nell' escavazione di un fosso sempre vi deve essere, perchè sono lavori, che ognuno sa doversi fare in cortissimo tempo a forza di numero di lavoratori.

Fu pensato secondariamente, che un grave incomodo nell' escavazione dei fossi consiste in trasportare la terra del cavo di là dagli argini del fosso, il qual trasporto si fa a forza d' uomini per via di barelle, o corbellini. Fu pertanto per facilitare questa operazione proposta una macchina, per la quale si vede, che posta nel mezzo dell' alveo di un fosso la terra in un recipiente, e questo recipiente sopra la punta di un trave inclinato, questo trave inclinato per via di un arganetto facilmente si alza, e levandosi in capo il recipiente, lo fa sdrucciolare per tutto il suo dorso, e lo precipita nella parte opposta dell' argine.

Questa macchina quantunque sia molto ingegnosa, non ostante con l' esperienza, che se ne volle fare, si riconobbe, che in primo luogo non era applicabile alla maggior parte de' fossi, perchè ne' fossi

larghi, e muniti di buone banchine, gli argini sono molto distanti fra loro, e molto distanti sono ancora dal mezzo del fosso; onde la macchina, che non si può applicare altrove, che sopra l' argine, averebbe bisogno di travi lunghissime per poter fare l' operazione, e riuscirebbe perciò impossibile a maneggiarsi. I fossi stretti dall' altra parte per lo più non hanno argini, o gli hanno poco sollevati, di modo tale, che i cavatori de' medesimi non hanno bisogno di barelle per trasportare la terra, ma nell' atto di cavarla la scagliano agevolmente di là dagli argini; onde la macchina in quel caso resta superflua. Sicchè per applicare questa in luogo, ove possa maneggiarsi, e operi il trasporto con qualche vantaggio di tempo bisognerebbe applicarla a un fosso stretto, e profondo, dei quali non ve ne sono, perchè una tal proporzione è contro le regole de' canali di scolo, nella struttura dei quali bisogna proporzionare la larghezza alla profondità, anzi è necessario eccedere nella larghezza per ricevere il profitto di tener le acque depresse più che sia possibile.

Inoltre è da considerarsi, che questa macchina per costruirla, ed armarla di ferro, e farvi le viti opportune, costa qualche somma considerabile, che il trasportarla similmente, ed il collocarla costerà qualche cosa, che per farla giocare vi vogliono tre uomini, che il recipiente che trasporta non eccede la capacità di uno de' soliti corbelli manuali, che questi recipienti, che debbono essere di legno, sono esposti continuamente a rompersi, perchè debbono essere precipitati da alto in basso? E che per il cavo di un fosso, di tali macchine bisognerebbe averne molte insieme che giocassero per potere andare avanti col lavoro; onde considerate tutte queste circostanze non si trovò per verità da lusingarsi di verun *risparmio*.

Ci venne in appresso in mente di potersi servire degli strumenti con cui si pratica a Livorno di cavare alcuni di quei fossi, ai quali senza rasciugarli, con certe barche, a cui sono attaccate certe cucchiare che per via d' argani salgono e scendono, si mantiene la conveniente profondità.

Si credeva in tal guisa senza aspettare a fare ogni tanti anni un cavo generale del fosso già totalmente ripieno, si potesse anno per anno, o di tempo in tempo radere, come convenisse, e togliere i ridossi, che si scoprissero, tenendoli in tal guisa nello stato della sua dovuta profondità. E quantunque ciò non potesse servire, che per quelle parti dei fossi, che sono navigabili, tanto si stimava, che ciò dovesse riuscire di gran vantaggio, perchè appunto le parti navigabili sono quelle, che son più vicine allo sbocco, e che sarebbe opportuno tenere sempre più libere, e profondate del rimanente. Si volle per tanto fare l' esperienza di tal pensiero, e si fecero venire le Chiatte di Livorno a scavare il fosso de' Navicelli sotto la Tettoia prossima

alle mura di Pisa, che già era ripiena, e computato il cavo fatto e la spesa, si osservò che questa eccedeva ciò che soleva costare all' ufizio de' fossi l' ordinaria escavazione, quantunque il lavoro fatto in luogo vicino alla città ci avesse dato il comodo di tenervi assistenti ministri a prevenire tutte le fraudi possibili nelle misure, le quali fraudi nel corso de' lavori da farsi per quella disabitata campagna erano poi da temersi inevitabili. Sicchè l' eccedenza della spesa ci fece abbandonare il pensiero di questo metodo, il quale per quantò sia necessario in Livorno, ove i fossi non si possono asciugare, si osservò essere pericoloso nei fossi della campagna, perchè con tali escavazioni non si può osservare un' esattezza di livello nel profondare come sarebbe necessario ne' fossi di scolo, e per conseguenza in qualche luogo si scava meno del dovere, e in qualche luogo più del necessario con dispendio inutile. Sicchè fu stimato potersi riservare un tale espediente a togliere qualche ridosso, che di quando in quando potesse scoprirsi nei fossi che l' ufizio deve mantenere, qual ridosso per occupare un breve spazio, non comportasse la spesa di rasciugare tutto il fosso.

E per tale accidente, che alle volte può darsi, fu anco pensato a facilitare la macchina di cui si servono a Livorno, e fu corretta, e migliorata, e ridotta in modo da potersene anco per qualche volta servire nei fossi incapaci di navigazione, applicando la macchina, che sostiene le cucchiare sopra le panchine del fosso. E ne fu fatta sopra tal disegno costruire una, perchè l' ufizio potesse in qualche occorrenza adoprarla, avendo per altro sempre l' avvertenza di servirsene, quando il bisogno di escavare è circoscritto in un piccolo spazio, poichè il pretendere di scavare con tal metodo un fosso intero sarebbe un crescere a dismisura la spesa per avere un lavoro peggiore.

Ritornando adunque ai fossi, dei quali sopra abbiamo parlato si riflettè, che per la foce di fossa Nuova, e per la foce di fossa Chiara scola tutta la campagna che è dalla parte del fosso Reale tra Pontadera, e le Bocchette. Al buon mantenimento di questa campagna, che non contiene dentro di se stagni, ne patisce di altri simili vizj, basta solo, che questi fossi in oggi ripieni siano profondati, e tenuti sempre a dovere. E nel restante non rimane altra avvertenza da usare, che quella di liberarla dalle inondazioni, e da' rincolli del fosso Reale. Perciò adunque bisogna alzare a dovere gli argini di questo fosso, come sopra abbiamo proposto, e per separare totalmente le di lui acque da quelle degli scoli, il partito più sicuro è quello di toglier dal fosso Reale la foce di fossa Nuova, e voltarla nella fossa Chiara, come viene indicato nella pianta di num. II. e come è stato dipoi felicemente eseguito, o fare un canale solo recipiente di tutte

le acque campestri. E siccome la fossa Chiara pone ancor essa la sua foce nel Calambrone poco sotto i ponti di Stagno, è necessario serrare anche questa, e prolungare il canale di fossa Chiara verso la marina, sempre parallelo ma separato dal Calambrone, nel quale finalmente può aprirseli la foce nel punto più basso assegnabile, giacchè l' unione in questo punto bassissimo, si crede esente da quei pregiudizi, che apporta nelle parti superiori; ed è dall' altra parte inevitabile per conservare la navigazione tra Pisa e Livorno, e per conservare alla foce del Calambrone in mare un sufficiente corpo d' acque, e può in ogni caso munirsi questa comunicazione con cateratte.

Noi abbiamo detto di sopra parlando del fosso Reale, che bisognava ritirare più che fosse possibile verso la marina la sua intersecazione col fosso de' Navicelli, il che oltre i vantaggi sopraccennati per la parte della pianura verso Pisa riesce di necessità precisa per il bene della pianura verso Livorno, come a suo luogo si dirà: perciò siccome fossa Chiara interseca anch' essa il fosso de' Navicelli, si potrebbe da qui avanti in questo punto voltare la navigazione per il canale medesimo di fossa Chiara, arrivando per esso prolungato che sia fino vicino alla foce del Calambrone, ove dalla parte opposta può escavarsi un nuovo canale, che serva a proseguire la navigazione fino alle cateratte di Livorno, come dimostra la pianta di num. II.

In tal guisa abbandonando il presente tronco del fosso de' Navicelli che resta dopo l' intersecazione di fossa Chiara, e servendosi dell' istessa fossa Chiara per canale navigabile da questo punto fino alla foce del Calambrone, e traversando ivi il Calambrone per imboccare nel nuovo canale, avremo il fosso dei Navicelli con facilità ritirato alla marina, come sopra si era detto essere espediente; e avremo inoltre portato lo scolo delle acque della campagna nel punto più basso, che possa assegnarsi in questa pianura; e avremo assicurati i canali di scolo dal nocivo commercio colle acque torbe del fosso Reale, onde per l' avvenire non resterà altra attenzione all' ufizio de' fossi, che quella di scavare nei tempi opportuni questi canali, il che gli riuscirà tanto più agevole, quanto che si risparmierà le gravi spese, che fino al presente ha fatto nelle inutili escavazioni del fosso Reale.

La campagna dalle bocchette d' Arno in giù, quella che resta coltivabile, scola per mezzo di diversi fossi nel padule maggiore, tra i quali ve n' è uno che appartiene all' ufizio de' fossi, che si chiama lo scolo di Pisa, che riceve da questa parte d' Arno le immondezze della città. Questi fossi muoiono in questo padule confondendo le loro acque con quelle che inondano quella vastissima campagna, e ancor questi si ritrovano ripienissimi, come in ispecie erano quelli di

S. Giusto, e di S. Ermete di attinenza de' particolari, e il detto scolo di Pisa di attinenza dell' ufizio, il quale si osservò in altre, con grandissimo scandolo impedito da certe ture fattevi da' pescatori, che hanno in affitto la pesca di quelle acque.

Noi abbiamo di sopra chiamato stagno tutta questa parte di campagna, che per la sua natural bassezza serve di stagnante raccolta alle acque, e che circonda i poggetti di Coltano, e di Castagnolo, che restano nel mezzo alle medesime posti in isola; come dimostra la pianta di num. II. Di questo stagno, la parte che resta tra Coltano, e Pisa, si chiama padul maggiore, e la parte che da Coltano risguarda Livorno si chiama propriamente Stagno, il quale si diffonde per tutta quella pianura di qua e di là dal fosso Reale fino alle colline.

Il padul maggiore ha la comunicazione con lo stagno, perchè gira le punte di Castagnolo, e di Coltano, i quali restano così dalle acque messi in isola. È ben vero che queste punte sono le parti più alte del padule, e più facili a inaridirsi, come lo sono in qualche parte dell' anno. Sicchè la maggior pendenza, e profondità del padule maggiore resta verso i poggi di Castagnolo, e Coltano, di dove non ha altra uscita, che l'angusto canale della Sofina, che divide col suo letto la tenuta di Castagnolo da quella di Coltano, e per questa unica bocca debbono scaricarsi tutte le acque del sopraddetto padule maggiore, e di tutte le campagne, che v' influiscono, le quali perciò in tempo d' inverno per l' espansione, e rincollo dell' acque patiscono estremamente.

Sopra questo stretto della Sofina vi è un ponte, che serve di comunicazione fra l' isola di Castagnolo, e quella di Coltano; ma per essere questo ponte di legno fondato sopra palizzate molto fitte, e troppo contigue fra loro veniva ad occupare con notabile impedimento l' alveo di detto fosso, e quel che è peggio questa angusta gola unico sfogo di tante acque, e già da detto ponte mal costruito difficultata serve di residenza a un pescatore, che colle solite chiuse incannicciate traversa tutta la larghezza del fosso apponendo un ostacolo perniciosissimo allo scolo delle acque superiori, che per il loro moto lentissimo avrebbero bisogno in tal passaggio di esser piuttosto accelerate, che trattenute. E volendo noi osservare l' effetto di questo trattenimento con un diligente scandaglio fu ritrovato il pelo dell' acque avanti all' incannicciate due soldi di braccio superiore al pelo dell' acque dopo l' incannicciate, sicchè questa sola tura portava il pregiudizio di rialzare l' acqua del padule due soldi di braccio più di quello che naturalmente vi sarebbe stata, la quale altezza ognuno può comprendere di quanta importanza sia in un padule di acqua bassa, ma largamente estesa, come è quello, e quanta espansione

produce sopra terreni, che altrimenti potrebbero essere asciutti. E ciò avemmo piacere di notare con precisione per capacitare chi non fosse appieno persuaso dell' insigne danno, che fanno queste incannicciate, e altre simili arti pescatorie.

Il fosso della Sofina appartiene ancor esso all' ufizio, e mette foce nel fosso dei Navicelli, nel quale scarica tutte le acque di questo padule, che non hanno altro esito per condursi al mare, che questo.

Considerando alla ampiezza del padule maggiore, e alla sua vicinanza alla città, ci parve cosa importante a pensarsi, se vi era espediente alcuno per aprirgli un altro scolo più libero, perchè potesse più presto abbassare le sue acque; poichè si tratta di un padule di acque bassissime, che fa danno, come si è detto con la sua grande espansione; onde ogni piccola caduta, che se gli facesse acquistare prosciugherebbe gran tratto di paese. Fu però livellata questa campagna fino al mare vicino ad Arno vecchio, poichè trovando caduta, si pensava di profittare di un fosso, che traversa Castagnolo, come dimostra la pianta di num. II. per cui si sarebbe potuto aprire una nuova bocca al padule, facendoli un canale, che andasse a trovare per la strada più corta il mare mettendo foce in Arno vecchio. Ma tutto questo pensiero restò infruttuoso, perchè la livellazione ci assicurò non esservi per tal viaggio sufficiente caduta.

Sicchè questo padule per la sua naturale bassezza non pare veramente che abbia altro rimedio, che le colmate, il che molto più si deve dire di quell' altra parte di padule, che si chiama Stagno, che è anco più bassa del padul maggiore. Il modo di fare queste colmate nel padul maggiore non lo può somministrare, che il fiume Arno, dal quale altre volte si è tentato di tirare un tal soccorso, come ne fa testimonianza il fosso delle Bocchette, per mezzo del quale negli spaziosi margini di detto padule si fecero considerabili acquisti. È ben vero, che tali acquisti posero in pericolo di perdere le già buone, e coltivate campagne, e per questo l' uso di detto fosso si ebbe a dismettere, come attesta Lorenzo degli Albizi nel suo mentovato discorso impresso nella Raccolta degli Scrittori delle acque. E per ciò le colmate è vero che sono un rimedio per simili mali, ma sono un rimedio grandioso, che ha di bisogno di essere intrapreso con la riflessione al bene universale di tutto il territorio, non per riguardo a qualche particolare partita di terreno, che non si può effettuare se non col decorso del tempo, e con osservare bene le regole dell' arte, e in modo che vi s' interponga l' autorità e la munificenza del Principe, la quale possa con le opportune compensazioni, e con i buoni ordini conciliare con il pubblico futuro bene gl' interessi presenti di tutti i padronati. E quando si dà il

caso che questi interessi siano grandi e molto complicati, l' impresa resta difficile, anco coll' interposizione dell' autorità Sovrana.

Del resto se l' impresa fosse più facile, noi non ponghiamo in dubbio, che gran benefizio alla città, e alla pianura di Pisa arrecherebbe un tale prosciugamento, e ci porta gran maraviglia, che alle volte sia stato revocato in dubbio, se il colmare e prosciugare lo stagno fosse cosa vantaggiosa, o no, come si riconosce da un discorso del celebre Alfonso Borelli impresso nella raccolta degli Autori dell' Acque, ove saviamente risponde alle obiezioni, che in quel tempo si vedono fatte sul fondamento che l' acque della pianura non potendo qualche volta per l' impeto de' venti contrarj scolare in mare, abbiano bisogno di un vasto ricettacolo, ove potersi diffondere come in un luogo di deposito, per aspettare che il mare ritorni alla sua bassezza. Sopra di che noi non possiamo che lodare ciò, che con molta chiarezza spiega il detto Borelli; e appieno persuasi, che l' impresa di rasciugare lo stagno sarebbe utilissima, ci rincresce solo di averla con l' ispezione del luogo trovata tanto difficile da non poter rivolgere l' animo ad altro pensiero, che a quello delle colmate, il metodo delle quali abbiamo creduto ancora superfluo di specificare con precisione maggiore come abbiamo fatto a quelle di Valdistratte, perchè quella è un impresa più facile, e più ristretta, che interessa meno i padroni, e che non obbliga a disporre di tanti terreni già di presente fruttiferi come questo.

E se tanta difficoltà s' incontra nel progetto di colmare con le torbe d' Arno, ognun vede quanto chimerica sarebbe la proposizione di far tali colmate colle acque chiare. E pure un tal pensiero modernamente non solo è venuto in mente, ma è stato posto in esecuzione, e si sono da noi osservati i vestigi della esperienza fattane come può credersi con infelice successo alla punta di Coltano, ove si volle dirigere la fossa Chiara, con lusinga di colmare le adiacenze del detto Coltano, come è noto nella pianta di num. II. E tutta questa operazione fu fatta senza avvertire, che il letto della fossa Chiara, che passa per la parte più infima del detto Stagno, era più bassa delle parti dello stagno medesimo più vicino a Coltano, che volevansi colmare, e senza avvertire che l' acqua chiara non colma, onde non rimane al presente che la memoria di questa spesa così follemente fatta, la quale non può servire che d' ammaestramento per avvertire quanto sia necessaria al territorio Pisano la perizia di un intelligente Architetto.

Per terminare adunque il discorso dello Stagno non pare, che nello Stagno presente vi si possa fare altro, che accrescergli in qualche luogo le bocche, che da una parte lo fanno comunicare col fosso de' Navicelli, e dall' altra colla fossa Chiara. Poichè quando le acque

dello stagno sono alte, non hanno altri emissarj che questi per dove scaricarsi; onde è bene, che abbiano lo sfogo più libero, e più facile che sia possibile; e tale comunicazione non pare che in alcun tempo possa apportare pregiudizio, nè al canale de' Navicelli, nè a quello di fossa Chiara.

DELLA PIANURA INTERPOSTA TRA FOSSO REALE, E LE COLLINE.

In questa parte di pianura scorrono gl' influenti torbidi, che vengono dalle colline, e si debbono rinchiudere, come si è detto nel fosso Reale.

Per cominciare a parlare della parte superiore alla strada di Collina diremo primieramente, che questi influenti torbidi hanno portato a questa pianura il benefizio di colmarvi alcuni paduli; poichè l' Orcina ha colmato il padule di Gamberonci, e l' isola ha colmato quello di Guinceri: ma dall' altra parte questi medesimi influenti con la ridondanza delle loro acque difficultano a questa parte di pianura gli scoli, e la fanno patire di un male, a cui la natura non l' avrebbe destinata; perchè la sua situazione è più alta del rimanente della campagna di là dal fosso Reale.

Un tale inconveniente ci confermò nel pensiero della necessità più volte decantata di tenere separate le acque torbe da quelle degli scoli, con la quale avvertenza si crede di potere ovviare a tutti i danni, che soffre questo fertilissimo territorio.

Perciò fu ideato di cominciare sotto l' imboccatura del *Zannone* un antifosso che scorresse parallelo al fosso Reale fino allo Stagno imboccando con un antifosso, che sotto il fiume Isola già si trova, il quale però bisognerebbe profondare, e allargare e conducendosi poi per la Torretta navigabile fino ai ponti di Stagno si prolungasse il suo corso a metter foce nel più basso Calambrone secondo le regole accennate per fossa Chiara, e ritenendo i medesimi principj.

Questo antifosso, come è delineato nella pianta di num. II. dovrebbe traversare i letti della Crespina, e dell' Orcina, e dell' Isola, che per via di volte sotterranee non sarebbe difficile, e in tal guisa raccoglierebbe tutte le acque campestri di questa pianura, alla quale toglierebbe l' incomodo di dovere scolare in alcuno dei sopraddetti torrenti, o nel fosso Reale, dove tutti sono congregati, e condurrebbe l' acque nel punto più basso, che si possa assegnare, onde grandissimo, e sicuro sarebbe il vantaggio di questi terreni, che assolutamente sono i più elevati di tutti, e che per pura inavvertenza restano esposti ai danni degli stagnamenti.

Resterebbe in principio di questa pianura il padule del Lupo vicino

a Cenaia, il quale per verità non pare, che abbia rimedio alcuno; perchè è rinchiuso tra le sinuosità di certi poggetti per cui non pare, che da veruna parte possa sperarsi di aprire scolo, che basti, attesa la profondità delle sue vallate. E la proporzione che ci fu detto essere stata un tempo fatta di voltarci il fiume della Crespina per colmarlo non ci parve a verun patto eseguibile, perchè la Crespina resta troppo distante, vi sono intermedi alcuni poggetti, i quali bisognerebbe tagliare per farvi il canale, e non si tratta di acquisto così grande da poter pensare a tal genere di spese. Sicchè per verità non ci parve, che la ragione dettasse verun rimedio per questo luogo condannato dalla natura a essere un perpetuo, e profondo pantano.

In tutto il restante poi con il sopraddetto provvedimento la campagna resterebbe sanissima. Già il padule di Gamberonci è stato dall' Orcina ridotto a tutto terreno coltivabile; onde non richiede altra riflessione restandoci solo da accennare sopra la foce dell' Orcina in fosso Reale, che potrebbe esser tenuta più alta potendosi introdurre ove direttamente l' Orcina si accosta al detto fosso Reale, abbreviandoli tutto il corso che l' è stato fatto fare parallelo al medesimo fosso Reale, il quale non sappiamo comprendere a qual fine gli fusse in tal guisa prolungato trattandosi di un fiume, che ha sopra il fosso Reale la sua bastevole caduta.

Il padule di Guinceri si trova ancor esso a sufficienza colmato dall' isola, eccettuate alcune bassate di terreno, che restano ancora infrigidite, nella quale con l' istesso fiume potrebbe continuarsi a colmare con molto profitto. Si deve avvertire però, che in questa colmata lo scolo fattoci imbocca nell' isola in un punto troppo alto, che l' espone però al detrimento de' rincolli, e si può facilmente fare acquistare a detto scolo maggior caduta, prolungandolo in un punto più basso dell' isola medesima, o dirigendola immediatamente nel fosso Reale, e più sicuramente voltandolo nell' antifosso del fosso Reale, che in poca distanza da questa parte si vede principiare. E questo antifosso quando sarà ridotto in larghezza sufficiente, e prolungato come abbiamo detto fino al Zannone potrà ricevere tutti gli altri scoli di questa pianura, che imboccano nel fosso Reale, come quello del Fontino che sbocca sopra la Crespina, e quello di Valtriano, che sbocca fra l' Orcina, e l' isola, e tutti gli altri, che sboccano ne' sopraddetti torrenti, dei quali tutti fatto che sia un solo recipiente di acqua chiara non vi è da temere per queste campagne verun altro danno. Anzi l' elevazione di questa è tale che aveva fatto venire in mente di poter far trapassare gli scoli della medesima sotto il fosso Reale per via di chiaviche nella campagna opposta per portargli nella fossa Nuova, per il che si trovò caduta sufficiente, e

si potrebbe fare quando non vi fosse il sopraddetto rimedio dell' antifosso che è preferibile ad ogni altro.

Passando alla pianura che dalla strada di Collina va verso Stagno si trova primieramente il corso della Tora fiume torbido, e che porta considerabili acque, e che andava una volta ancor esso a sboccare nel fosso Reale, che dovrebbe essere naturalmente il suo ricettacolo. Da questa sua direzione è gran tempo che fu deviato per colmare nelle adiacenze dello Stagno una vallata di terreni sotto le Guasticcie. Presentemente adunque questo fiume traversa col suo letto la pianura fino al luogo della detta colmata, e tutta la campagna, che resta tra la Tora, e il fosso Reale ha il suo scolo nell' antifosso suddetto, che va più basso a intestare un altro canale, che si chiama la Torretta navigabile, nella quale confluiscono diversi altri scoli, che per essa si conducono ai ponti di Stagno, e poco più sotto s' introducono nel canale de' Navicelli, e quindi nel Calambrone. La pianura poi che resta interposta tra le colline, e la Tora, o scola nella Tora medesima, o nel canale dell' acqua salsa, che passa per via di chiavica sotto il letto della Tora, e s' introduce nell' altra parte di pianura tramandando le sue acque alla Torretta navigabile, e a Stagno.

Gli scoli di questa campagna, la quale è tutta di un padrone, cioè dello scrittoio delle possessioni di V. A. R. non sono a carico dell' ufizio de' fossi, al quale solo appartiene il fiume della Tora perchè la spesa de' suoi argini per tre quarti appartiene all' ufizio suddetto, e per un quarto agli interessati.

Il letto di questo fiume si trovò malissimo tenuto, perchè l' argine destro in più luoghi si vidde rovinato con grandissimo danno delle campagne adiacenti; le ripe del fiume si viddero franate in diverse parti, e si osservò all' imboccature della Tanna, la quale è un altro torrente che scende dalle Colline, che con la sua foce le percuote troppo a angoli retti, e offende l' argine di contro.

Procedendo poi al luogo dove la Tora prende il suo spaglio per colmare, si osservò, che la torba aveva già fatto il suo effetto, e che il terreno era talmente rialzato, che potevasi, levato che se ne fosse il fiume, metter subito a coltura. E non solamente il pensiero di poter profittare di questo terreno ci persuase della necessità di dare nuovo regolamento a questo fiume; ma i danni grandissimi, che dal presente spaglio di esso soffrono le buone, e coltivate campagne superiori alla colmata medesima, poichè essendo rotti gli argini traversi di detta colmata, la Tora in tempo di acque alte in vece di distendersi nelle parti inferiori dello Stagno rigurgita nelle parti superiori, e offende le semente, e accieca gli scoli, i quali inconvenienti uniti a quelli, che nel superiore suo corso gli argini rotti del fiume cagionano, forzano a prendere un pronto compenso per dare,

a questo fiume un nuovo regolamento. E avendo maturamente pensato se conveniva ricondurlo al fosso Reale, oppure farne ancora qualche altro uso per ricolmare la campagna, si crede più utile questo secondo pensiero, poichè l' adiacenze di questa parte dello Stagno non hanno per verità altro natural rimedio, che il colmarsi, col qual rimedio si vede, che tante altre parti di questa stessa pianura, che una volta si sa essere stata padule, sono in oggi ridotte a terre sementabili, e fertilissime; onde non vi è dubbio, che proseguendo a profittare delle torbe di questo fiume si anderà sempre ampliando gli acquisti del buon terreno, e si ristringerà lo Stagno, e si terrà lontano dal fosso Reale un aumento così grande di torbe, che potrebbe riuscire sensibile nelle deposizioni che egli fa alla sua foce con pregiudizio del porto di Livorno.

Riflettendo adunque alla direzione, che potrebbe darsi a questo fiume, dopo le più mature osservazioni fu creduto il migliore espediente quello di voltarlo sotto il ponte di Ferretto, e spingerlo alle radici delle colline più che fosse possibile, facendo un cavo sufficiente di terra per formare un argine ben gagliardo, e piantarlo dalla parte della pianura, nel qual cavo introdotto il fiume si poteva lasciare che si prendesse a suo talento verso la collina, l' ampiezza e la profondità, che richiede il suo letto, il quale resterebbe sempre accompagnato dall' argine suddetto per difesa della pianura, e condotto in tal guisa alle Guasticcie al luogo della presente colmata. Dipoi proseguendo coll' istessa regola a scavare nella valle già colmata il suo alveo, stringendolo sempre alle radici del monte, e difendendolo dalla parte opposta coll' argine, si può il fiume condurre fuori dei terreni al presente colmati verso l' altra inferiore vallata, detta il Prato della Contessa come è disegnato nella pianta di num. II. nel quale si può lasciare al fiume il libero spaglio delle sue torbe con sicura speranza, che esso farà in questo luogo il medesimo effetto di rialzare il terreno, come si vede avere egli fatto sopra alle Guasticcie. E per assicurare le parti superiori da' rigurgiti, è necessario risarcire, e stabilir bene l' argine traverso, e l' argine della Torretta, navigabile, che servendo di scolo alla campagna bisogna difenderla cautamente dagl' interrimenti.

Eseguita tale proposizione si otterrebbe il vantaggio di mettere subito a coltura la colmata delle Guasticcie, e si assicurerebbero i terreni superiori della fattoria del Colle Salvetti, e altri, siccome i fossi di scolo dalle inondazioni, che presentemente soffrono. Il secondo vantaggio consisterebbe in aver tutta quella pianura dal fosso Reale fino alle radici della collina libera, e spedita, non potendo la Tora ristretta al Monte servire d' impedimento veruno allo scolo della medesima, e per conseguenza tutte le acque tra l' argine della

suddetta Tora, e l' argine del fosso Reale scolerebbero con felicità nell' antifosso e nella Torretta navigabile. E quei piccolissimi seni di pianura, che restassero tra poggio, e poggio dalla sponda sinistra della Tora, o potranno facilmente per la loro elevazione con qualche piccolo arginello difendersi, o goderanno dell' escrescenza del fiume il benefizio di esser ben presto rialzati quanto bisogna. Il terzo vantaggio risulta dall' acquisto, che si farà sempre di nuovi terreni, e dal restringersi in tal guisa la superficie dello Stagno. E il quarto finalmente dal dare al fiume una direzione meno dispendiosa, perchè non avrà bisogno che di un argine solo; onde non potendosi trattenere nel letto, che ha di presente, e dovendosi pensare per necessità a costruire un letto nuovo è molto da valutarsi, che si possa combinare in questo che si propone un minor dispendio nell' escavazione, e nel mantenimento, e tanti altri benefizi per il pubblico, e privato bene, che si sono accennati.

Quando la Tora avesse in tal guisa depositate le sue torbe, potrebbe aver l' emissario per il fosso delle Cataste, per cui potrebbe condursi ai ponti di Stagno, e quindi al Calambrone. E tutto il lavoro, che dovrebbe farsi per ridurre a perfezione questo nuovo alveo della Tora importerebbe secondo gli scandagli, che si sono fatti scudi cinquemila in circa, la quale spesa se si riguarda l' utilità presente, e futura, che può cagionare, non deve parere eccedente, tanto più che si tratta di una necessità precisa che obbliga a rimuovere la Tora dal luogo, dove è presentemente, nel quale spagliandosi senza regola, ed essendo già terreno rialzato, viene a produrre nel letto del fiume un proporzionato rialzamento, e a far sempre più forza sopra i suoi già deboli argini, esponendo molte buonissime partite di terreno alle soventi inondazioni, con cui già da qualche tempo spesso più del solito questo fiume le suole devastare.

Appartenendo tutta questa pianura tanto la buona, e seminabile, che la palustre fino a Stagno allo Scrittoio delle possessioni di V. A. R. converrebbe per tanto, che la detta spesa si facesse dallo scrittoio medesimo, giacchè si tratta di difendersi de' beni, che egli possiede, e di acquistargliene de' nuovi, come in fatti è seguito tutte le altre volte che lo scrittoio ha voluto rimuovere il letto della Tora da un luogo all' altro. Ed è un oggetto ben degno dell' attenzione della R. A. V. perchè all' utilità del regio patrimonio congiunge questo lavoro un riflesso importantissimo d' interesse pubblico, migliorandosi sempre per simili spese la fertilità della campagna, e la sanità dell' aria, e facendosi così strada a crescere la popolazione di questa bella pianura, che tutta una volta dallo Stagno era occupata, e a poco a poco con tali arti si è potuta dilatare, e bonificare al segno che al presente si vede.

DELLA PIANURA DI LIVORNO

In poca distanza dai ponti di Stagno questa pianura cessa di essere confinata dalle colline, le quali terminano alla punta del poggio del Sovese, dalla qual punta al lido del mare è tutta pianura, che confonde con quella di Livorno, onde unitamente ne parleremo.

Poco sotto a' detti ponti di Stagno il fosso Reale viene intersecato dal fosso de' Navicelli, che va fino a Livorno. Questo fosso dopo che ha traversato il Calambrone, è traversato ancor esso dal canale della Torretta navigabile, e da quello delle Cataste, che vanno ancor essi a unirsi poco più sotto al Calambrone. Procedendo più avanti riceve le acque dell' Ugione, che viene dalla parte opposta alle colline, e va a trovare anch' esso il Calambrone, e più vicino a Livorno riceve la Cigna, che è un altro torrente di simil natura, che ha il suo sbocco in questo fosso, e vi termina il suo corso, come si vede dalla pianta di num. II.

Si osservò adunque, che essendo dal Calambrone a Livorno, questo fosso de' Navicelli infestato dai sopraddetti influenti di acque torbe, viene il medesimo a patire di notabili ripienezze, che obbligano l' ufizio de' fossi a un dispendio annuo molto sensibile per tenere in questa parte libera la navigazione.

Si osservò inoltre, che il corso di questo fosso de' Navicelli si trova in questa parte in mezzo ai paduli, poichè procedendo verso Livorno a mano sinistra tra la strada Pisana, e il fosso si trovano molti terreni infrigiditi, che si chiamano la Paduletta, e alla mano destra verso il mare tutta la pianura si vede piena di paduli, e pantani, e terre frigide incapaci di coltura.

Per tanto fu sempre più riconosciuto per plausibile il pensiero di tirare il fosso de' Navicelli più vicino al mare, come abbiamo disopra accennato, e abbandonare questo tronco di canale, che di presente serve tra il Calambrone, e Livorno; sì perchè in tal guisa si fuggirà il dispendio delle continue escavazioni, che bisogna farvi per dare il passo libero alle barche, e ritirandolo lungo la spiaggia del mare, resteranno alla sua sinistra tutti gli spaziosi paduli, che sono tra il Calambrone, e Livorno, i quali potranno essere un libero campo per farvi spagliare liberamente le acque torbe dell' Ugione, e della Cigna, le quali in tal guisa non porteranno pregiudizio a veruno, anzi potranno col decorso del tempo apportare qualche bonificamento a quella campagna insalubre, che per essere così vicina a Livorno merita una distinta considerazione. E perciò combinando i vantaggi che dall' esecuzione di questo progetto riceverà questa parte di pianura, con gli altri vantaggi, che è per ricevere la pianura dalla

parte opposta del fosso Reale, di cui sopra abbiamo parlato, si giudicò per tutti i titoli espediente il porvi con tutta prontezza la mano per effettuarlo, come già a quest' ora è stato principiato, essendosi fatto di già il nuovo canale de' Navicelli nel modo che si vede nella detta pianta di num. II. disegnato con tutto il buon successo, e restando di proseguire le altre parti di questa operazione, che l' ufizio de' fossi potrà fare a sue spese con molto vantaggio di tutta la pianura, e con isperanza di risparmiare alla propria cassa per l' avvenire diverse e gravi somme di annuale dispendio.

La pianura di Livorno in questo spazio tra la città, e il Calambrone ha bisogno di tutti questi soccorsi per esser bonificata; ma dall' altra parte verso mezzogiorno e Levante è di ottima qualità, e non soffre verun incomodo di acque, e l' Ardenza, e il rio Maggiore, che lo traversano, come dimostra la pianta di num. II. non hanno bisogno di altra avvertenza, che quella, che generalmente deve avvertirsi per tutti i torrenti, della di cui natura sono ancora questi; anzi siccome il rio Maggiore aveva nel decorso Inverno cagionate diverse inondazioni, venne proposto, che fosse bene tagliare al medesimo le frequenti tortuosità del suo letto, e che fosse sbassata una steccaia, che si trova a traverso del medesimo, ma per verità non parve che il detto rio avesse altro bisogno, che di buoni argini, e che con quegli fosse lasciato al letto una sufficiente larghezza, acciò in quello spazio potesse il fiume rivolgersi a suo piacere. E rispetto alla steccaia fu osservato esser questa molto antica; e avendo il fiume abbondante caduta, e correndo rapidamente, non si credè, che alla steccaia potesse imputarsi veruno dei danni, che egli cagiona per pura mancanza di argini.

Fu dipoi osservato il porto di Livorno, e le diverse macchine che vi sono per tenerlo pulito, e liberarlo dai riempimenti continui che vi si formano. E quivi nuovamente dai ministri dello Scrittoio delle fabbriche, e dai maestri dei puntoni ci venne assicurato non essere dal 1716. in qua cresciuto il lavoro della suddetta escavazione, nè esservi nella medesima aumento sensibile. Non ostante però il porto si vidde di natura sua tendente al riempimento, e in fatti con tutte le diligenze che vi si fanno, appena si arriva a poter tener profondo, e capace dei grossi bastimenti un canale, che gira intorno alle muraglie del molo, essendo già nel mezzo ricolmo, e non capace di altro, che di piccole barche.

Tutto il vicino lido ancora massimamente dalla parte del ponente si vidde che si andava sempre ampliando, e acquistando terreno. E si osservò ancora la bocca del vecchio Calambrone, che secondo tutte le congetture dovè esser l' antico porto Pisano, che anche essere ra ripiena, e incapace presentemente di servire a tale ufizio; onde

pare per verità, che in progresso dei tempi o sia il fondo aligoso di questa spiaggia, o siano le torbe confluenti dei fiumi, che vi mettono foce, o sia, che il mare abbia in questa parte qualche movimento, che lo forzi a formare delle vaste deposizioni di arena, certo è che per qualunque di queste cause la natura inclina a dilatare il lido, del che anco più antichi contrassegni si possono osservare in tutta la spiaggia Pisana, ancor in quella, che di presente è vestita di macchia, poichè esaminando la superficie del suolo, e osservando la qualità arenosa del medesimo, facilmente ognuno si persuaderà essere terreno formato dal gettito del mare, e quel che è ora la boscaglia di Tombolo, di S. Rossore, e Migliarino essere stata in tempi più remoti, di cui però non abbiamo memoria, lido di mare.

OPUSCOLO

DEL SIGNOR GIOVANNI BACIALLI

SULLE PESCAIE

Le cateratte, cioè que' lavori, co' quali opponendo per così dire una serratura al loro corso, si chiudono quasi gli alvei de' fiumi, chiamati per ciò da' nostri Architetti *Chiuse*, da altri *Stramazzi*, *Pescaie*, *Traverse*, in quella Dissertazione che io diedi all' Accademia nell' anno 1745. m' ingegnai di mostrare, che non trattengono tutto il fiume nè subito che son costruite, nè in progresso di tempo, e che perciò non alzano da per tutto il fondo di esso, e finalmente che l' acque non vi si arrestano nè si rialzano fino all' origine del fiume, come alcuni per altro celebri Scrittori, hanno creduto a' tempi nostri; ma chiamate dalla caduta della pescaia, e fattesi ivi più rapide, non rimangon trattenute nel tronco superiore.

A questa Dissertazione non mi resta da aggiunger cosa alcuna, sembrando che ella abbia acquistato un certo peso e splendore per il nome e l' autorità vostra, dopo che gli avete dato luogo ne' Commentari dell' Accademia ultimamente pubblicati, e ne avete di più fatta in essi onorata menzione. Sicchè metterò da parte oramai quella questione intorno alle pescaie, ma non lascerò però di parlar di esse. Poichè avendo sulla loro costruzione appreso certi particolari avvertimenti, e precetti, raccolti in quei vent' anni, ne' quali il mio impiego mi ha obbligato a sopraintendere ad alcuna di quelle che sono nella campagna Bolognese, e non trovandogli notati dagli Autori che ho letti, benchè sieno confermati dall' esperienza, e dalla ragione, mi sono determinato a comunicarvegli adesso. E tornerà in acconcio, che dopo avere io sostenuto l' uso e il vantaggio grande delle pescaie contro l' accuse di cert' uni, parli della lor costruzione, ed insegni come possano ben fabbricarsi, e conservarsi illese per lunghissimo tempo, e con pochissima spesa.

È da notarsi che le pescaie son di due sorti, se si abbia riguardo, come dice il Guglielmini, a' diversi fini pe' quali si fabbricano. Poichè altre si fanno per impedire l' enorme corrosione delle ripe ne' fossi di scolo, e ne' torrenti, come pure la corrosione de' loro fondi: altre poi per alzare facilmente il pelo dell' acque ne' fiumi,

onde poter poi derivare de' canali per uso della navigazione, e per molti altri utili oggetti, e vantaggiosi, come sono l'adacquare i campi, muovere i mulini, magli, gualchiere, filatoi, ed altri moltissimi edifizi di tal sorte.

Ma io parlerò specialmente di quest'ultima sorte di pescaie, essendo esse più nobili, e più utili. Circa le prime, che ordinariamente si fanno di sassi sciolti, ammontati insieme, o di travi e legni fitti nel fondo del fiume, o dell'una e l'altra materia collegata insieme, avvertirò solamente, che se debbono farsene più d'una insieme in quel tronco di fiume che ne ha bisogno, come spessissimo è necessario, sieno tutte poco distanti l'una dall'altra, affinchè più stabilmente si sostenga il fondo del fiume, e meglio si difendano le ripe: che ciascheduna resti molto incassata nella ripa dell'una, e l'altra parte, affinchè corrosa una testata della pescaia, non resti in vano unita alla ripa da una parte sola: di più, che tutte le pescaie abbiano una direzione perpendicolare al corso dell'acqua, affinchè il fiume non sia invitato a buttarsi da una o piuttosto da un'altra parte: inoltre che il loro ciglio sia a livello, ma però un po più basso nel mezzo, per non voltare il filone contro l'una o l'altra ripa: finalmente che tutta la cresta della pescaia sporga in fuora, affinchè la sua base non resti tormentata dalla caduta impetuosa dell'acque, ne scalzata dal gorgo che vi si forma.

Tutte queste cautele appena hanno luogo nelle pescaie maggiori, fatte di muro di pietre, o mattoni, e talora anco di marmo, affine di derivare dal fiume, come ho detto di sopra, una porzione d'acqua. Poichè in queste essendo l'uso, e l'oggetto diverso, diversi pure debbono essere i precetti per fabbricarle.

E di fatti; si è detto che il ciglio delle chiuse comuni dee farsi un poco più basso nel mezzo, affinchè il filone si determini sempre a questo punto come il più basso della chiusa: al contrario in queste pescaie si dee fare il possibile perchè il fiume sia inviato verso quella ripa ov'è la bocca della fossa, e del canale, e bisogna procurare perciò che il ciglio non sia più basso nel mezzo, ma penda tutto, e sia inclinato, come insegna anco il Guglielmini, verso la ripa, ov'è intestato il canale. Poichè ne seguirà, che il fiume gonfiando, se troverà maggior fondo ove il ciglio della pescaia è più basso, correrà ivi con maggior velocità, e imboccherà meglio il canale, e si manterrà sempre dipoi da quella parte, come è necessario. Ma vi è anco un'altra ragione, per cui stabilì il Guglielmini doversi inclinare il ciglio della pescaia nella maniera che ho detto; e questa mi muove ad aggiungerne altre alle cose da esso proposte.

Le pescaie di tal sorte si fabbricano, come voi sapete, solamente ne' fiumi minori, ed il più delle volte ne' torrenti, non permettendo

i tronchi o i rami primarj de' fiumi tali lavori dell' arte. Ed i torrenti a motivo della natura delle loro ripe che smottano e si sciolgono con facilità, e molto più per la sabbia, la ghiaia, ed i sassi, che portano seco, ed ammassano con tanta irregolarità, ed incostanza or qua, or là, infestano spessissimo le pescaie, e gl' impediscono di fare il loro ufizio. Poichè se questi ridossi si formino presso le pescaie, chiudono le bocche di que' canali ad oggetto de' quali sono esse state fabbricate; o corrose le opposte ripe, non senza gran pericolo della chiusa divertono l'acque, o almeno son cagione che queste passano per la pescaia senza produrre l'effetto desiderato. Se poi si formino al di sopra, lontano dalla pescaia, ne risente questa gli stessi inconvenienti, a motivo delle svolte replicate che si succedono, mentre una che se ne faccia in un fiume, ne produce necessariamente molte altre, le quali accostandosi, e corrodendo a vicenda or l' una, or l' altra ripa, rendono inefficace finalmente la pescaia, come se si fossero formate in essa, o vicino ad essa. E che tutto ciò succeda bene spesso, vien confermato e dall' osservazioni del Guglielmini, e da que' dispendiosi, e penosi scavi; e ripari fatti per riaprire le bocche de' canali, e per voltare il corso dell' acque alle pescaie.

Anche il Guglielmini crede potersi rimediare a quest' inconveniente, se costruito il ciglio della pescaia con quella inclinazione, che ho detto di sopra, si procuri inoltre all' acque del fiume la maggior possibile rapidità verso la bocca de' canali, o con fare dei paraporti, o de' caterattoni ne' lati de' medesimi canali, o togliendo coll' escavazione gl' impedimenti, ed i ridossi.

Ora io nella disposizione del ciglio d' una pescaia sieguo la stessa declività proposta dal Guglielmini. Solamente mi piacerebbe più, che dall' estremo e più basso punto del declive della pescaia, costruita come vuol egli, che resta presso il lato del canale, fino ad un quinto della lunghezza di essa pescaia, non gli si desse declività, ma si facesse il suo ciglio nella detta lunghezza affatto orizzontale, e dopo questo punto si alzasse fino ad incontrare la linea d' inclinazione assegnata dal Guglielmini: disponendo su questa il restante della cresta della pescaia: così se la linea AB (*fig.* 5. *tav.* 2.) accenni la sommità della pescaia; proposta dal Guglielmini, sia la nostra difinita dalle linee AC, CD, DB.

Dal ciglio della pescaia del Guglielmini abbiamo tolto il triangolo ACD solamente per ottenere con maggior sicurezza il fine che egli si propone nella sua costruzione. Poichè se per impedire e rimuovere i ridossi dalla bocca de' canali, e per ritenere ivi il corso del fiume, egli diede una tal figura alla sommità della pescaia, onde alzandosi l' acque sopra di essa, fossero affette di maggior velocità

quelle che fossero più prossime al canale, e specialmente quelle che fossero sopra l' estremo punto più basso; l' istesso tanto più s' otterrà, credo io, e con maggior facilità, se si procurerà la massima velocità nell' acqua non in un solo punto, ma tolto quel triangolo ACD, si aprirà all' acqua uno sfogo più ampio per escire, e se ne richiamerà in quel sito una copia maggiore. Poichè se si supponga il fiume alzarsi sopra il punto A fino in EF, è chiaro che l' altezze dell' acqua AE, GH, KL sopra l' inclinata AB si fanno sempre minori, e perciò scemano anco le loro respettive velocità; al contrario sopra tutta la linea AC rimangono sempre le stesse, e perciò sopra la linea AC l' acqua avrà maggior velocità che sopra la AD, e impedirà maggiormente che vi si facciano delle deposizioni.

Ne saprei oppormi, se alcuno volesse piuttosto disporre la sommità della pescaia, non secondo le linee AC, CD, ma secondo una qualche curva ADN, che s' alzi dolcemente da A, in D: molto meno, se scelgasi una curva del genere di quelle secondo le quali fanno gl' idrometri, che conformandosi le sezioni dei vasi, questi fanno scaricar l' acqua contenuta in essi in minor tempo che se avessero altra figura. Poichè così s' imiterà la natura, che dispone le sezioni transverse de' fiumi non in linea retta, ma sempre in certe curve. Che anzi potrassi costruire la sommità della pescaia secondo una qualche sezione del tronco del fiume, superiore al luogo ove vuole alzarsi la pescaia, e specialmente secondo quella sezione, nella quale si piega, e si dispone il fiume nel punto ove battendo la ripa, e il fondo vicino, più vi s' accosta: e così, imitando colla sezione della pescaia, una sezione naturale del fiume, potrassi sperare che esso produca nella nostra sezione gli effetti medesimi.

Ma se neppur una tal disposizione nel ciglio della pescaia ci sembri sufficiente ad impedire per sempre, e rimuovere dalla bocca del canale i sassi, e la ghiaia; e si possa temere, che il corso del fiume in seguito di tempo si sconvolga talmente, da rendere inutili tutte le cautele da noi sopra accennate; si potrà secondo me riparare a questo pericolo, se dentro il sodo della pescaia faremo un condotto, o sfogatore, ampio, e molto declive dal disopra della pescaia fino alla base della parte anteriore di essa, il quale abbia la sua bocca, da aprirsi secondo il bisogno, vicina all' incile del canale, ma colla soglia inferiore un po' più bassa, e resti collo sbocco un poco sopra alla base della pescaia dalla parte che guarda il tronco inferiore del fiume.

Nella (*fig.* 6. *tav.* 2.) ho accennato la posizione di questo sfogatore, segnato colle lettere ABCDEFGH. Di esso se s' apra la bocca, non solamente tutta l' acqua che le sta sopra, ma quella ancora sostenuta da questa, e che segue i suoi moti, dovrà necessariamente voltarsi, e scendere precipitosa in questa apertura più bassa; e

sconvoglgerà intanto e porterà seco le materie deposte, e per questo canale tanto declive le caccierà, e trasporterà nel tronco inferiore. Ed in questa maniera mi pare che ciò che il Guglielmini volea che si facesse dagli uomini, il disfare cioè i ridossi, e togliere le deposizioni, si farà con molta minore spesa dalla violenza dell'acqua medesima, avendo specialmente imparato per esperienza, che un simile sfogatore fatto con gran destrezza, e dispendio pochi anni sono a questo oggetto alla nostra famosa pescaia del Reno, corrispose a maraviglia alle concepite speranze.

Poichè quantunque per mantenere scavate le bocche de' canali, e per rimuoverne le deposizioni possano giovar moltissimo, come insegnò il Guglielmini, quei paraporti, e caterattoni fatti nei lati de' medesimi diversivi, da aprirsi a questo oggetto, nondimeno credo che a niuno sia per dispiacere, se come costumano i medici, darò sfogo alla materia morbosa da più luoghi nello stesso tempo, per liberarsene più presto. Di più spero che sarà approvato il mio compenso, da chi rifletterà, che que' paraporti fatti ne' lati de' canali sieguono colle loro soglie la scarsa pendenza di essi, ed aprono in conseguenza un meno rapido sfogo all'acque, in paragone della scesa precipitosa del nostro condotto, o sfogatore, che può *inclinarsi* a piacere fin a quanto lo permette il luogo ove si vuol costruire la pescaia. Il nostro condotto ha anco un altro uso molto vantaggioso da non disprezzarsi. Accadendo molto frequentemente, che gl' incili de' canali presso le pescaie per lo sfregamento continuo della sabbia, e de' sassi, e dell'acqua che vi passa, si logorino, e che sia necessario per conseguenza risarcire spesso, e rifare i rigami, le cateratte, e le soglie degl' incili, si deve in tali occasioni asciugare del tutto l'acqua alla bocca di essi: a questo fine si circondano d'argini più alti della cresta della pescaia i luoghi intorno agl' incili, e l'acqua raccolta nell'argine circondario si leva con coclee d'Archimede, o con pale di legno, perchè non arrechi impedimento ai lavoranti. Questa è una manifattura molto penosa, nè di poca spesa, specialmente dovendosi sempre pensare a levare la nuova acqua che passa dentro gli argini per le sorgive, e talvolta ancora rifare di nuovo gli argini medesimi, portati via da una qualche piena improvvisa del fiume. Col nostro condotto, o sfogatore descritto di sopra, non abbiamo bisogno di niuna di queste cose, nè di argine circondario, nè di coclee d'Archimede, nè di pale; mentre questo aperto che sia tira a se, ed ingoia tutte le acque del fiume se son basse, come debbono essere quando si risarciscono gl' incili, non eccettuate quelle che vengono dalle sorgive, e lascia un fondo asciuttissimo a chi deve lavorarvi: effetti tutti, che più volte abbiamo veduti prodotti dallo sfogatore sopraddetto fabbricato alla chiusa del Reno.

Fin qui ho detto per ora tanto che serve circa la maniera d' impedire i ridossi, e le deposizioni sulla bocca de' diversivi. Ritorno alla figura e costruzione della pescaia.

Quando l' acqua superando l' altezza della pescaia trabocca la sua cresta, passa a scorrere per un piano alquanto inclinato, chiamato *Area*, o *Platea*, che con la sua larghezza arriva dall' una all' altra ripa, e con la sua lunghezza dalla cresta della pescaia va fino alla parte anteriore opposta, da cui si gettano l' acque liberamente nel tronco inferiore del fiume.

Consumandosi questo piano da per tutto per l' attrito de' sassi, e della ghiaia, e per il continuo passaggio dell' acqua, altri per rimediare a quest' inconveniente, insegnarono d' incrostare tutta la pescaia, e la platea di marmi, o di viva pietra, che colla lor durezza resistessero alla corrosione; altri crederono doversi opporre una minor resistenza con coprirla d' un intavolato, affinchè meno nuocesse la forza dell' acqua più dolcemente ribattuta, e perchè alcun danno seguendo, vi si potrebbe facilmente rimediare col rimetter nuove tavole in luogo delle logore.

Io poi vedendo che in niuno de' due progetti vi è una stabilità eterna, credo che nè tutte le pescaie debbano coprirsi di marmo, nè tutte di legno: chi dovrà fare una pescaia in un fiume che non porti ghiaia, o sassi, potrà lastricar la platea di marmi, o di selci, avendo comode tali materie, e farà un lavoro eterno: al contrario poi se la pescaia da costruirsi dovrà reggere al continuo strisciar dei sassi, e della ghiaia, sarà meglio opporre alla lor violenza delle tavole di legno piuttosto che marmo, con conficcar quelle a travi distese nel piano della platea come suol praticarsi; mentre col coprire la platea di marmi non si possono impedire que' solchi dipendenti dal continuo attrito; ed il rimetterli di nuovo, quando son logori, costerà moltissimo, dovendogli specialmente far venire da' luoghi molto lontani.

Ma debbasi coprir la platea o di marmo, o di legno, giacchè non può sminuirsi la sua larghezza, dovendo toccare tutte e due le ripe, si faccia almeno meno estesa nell' altra dimensione, per dare all' acqua meno marmo, o legno da consumare. E siccome, ristringendo così la platea, si verrebbe a ristringere, e indebolire anco la base della pescaia, così sarà bene ringrossar la base della pescaia dalla parte posteriore, di quel tanto che si toglie alla parte d'avanti. In questo modo quasi niente si perde in grossezza, e la porzione aggiunta di dietro, essendo piantata nell' alveo del fiume, si difende, e si copre senza alcuna spesa. Ciò si vede nella (*fig.* 7. *tav.* 2.) che mostra lo spaccato della pescaia tagliata secondo la corrente del fiume, dal vertice fino alla base: ove la porzione ABCD si suppone

quasi eguale alla quantità tolta alla parte anteriore per dare alla platea la più breve lunghezza BES, possibile.

Benchè abbia detto che la platea deve avere la minor larghezza possibile, nondimeno dee avanzare in fuori come i tetti delle fabbriche, e sporgere dalla fronte d' avanti della pescaia affinchè l' acque battendo il fondo, vicino al piede della pescaia, non lo scavino, come segue, e la scalzino nel fondamento. Importa ciò moltissimo, ed io ho visto alcune pescaie, e tra l' altre quella del Reno detta di sopra, correr pericolo di rovina per questo appunto, perchè o non si era praticata punto, o non sufficientemente questa diligenza. Nè altro artifizio può adoprarsi secondo me più a proposito, quanto quello che ho osservato solamente nella nostra pescaia di S. Ruffillo, ed ho accennato nella (*fig.* 6. *tav.* 2.) Alzato cioè il fondamento della pescaia fino al fondo del fiume IK, s' alza il muro a piombo fino a LM, di qui si partono a un medesimo piano tante mensole Z, fatte a forma di cuneo di modo che quanto più s' alzano, tanto più sporgono in fuori, e s' uniscono a due a due con delle volticciuole sulle quali è piantato il muro che va fino all' orlo QR. della platea. Dalla (*fig.* 7. *tav.* 2.) che mostra lo spaccato della pescaia dalla sommità alla base, si vede chiaramente, che l' orlo E sporge tanto fuori della base G, quanto la linea EM è distante dalla linea LG. Sicchè il colpo dell' acqua, che avrebbe offesa la base G, cadendo da L, portata in E, l' offenderà meno, o anche punto, se le mensole Z (*fig.* 6. *tav.* 2.) sporgano tanto che la gronda QR della platea si porti tanto avanti quanto serve per allontanare dalla base KI il gorgo che suol prodursi dal colpo.

Finalmente si debbono osservare due cose intorno alla platea della pescaia. La prima, che dalla parte contigua al canale, vi si faccia un muro a forma d' un argine che cominci più stretto dal ciglio della pescaia, e s' ingrossi dipoi a poco a poco fino all' orlo della platea, come lo mostra la linea TV. Questo muro dee sopravanzare col suo vertice tanto il piano della platea, che l' acque che scorrono per essa, non ne debbono mai toccare la cima. Essendochè da questa parte della platea si butti l' acqua in maggior copia, è necessario impedire per mezzo di questo muro frapposto, che la percossa dell' acque cadenti non guasti il lato della pescaia congiunto al canale, e le muraglie costrutte alla bocca di esso.

Secondariamente si dia alla platea un poco d' inclinazione verso la ripa del fiume opposta al canale; poichè l' acque, che in maggior copia si buttano, come ho detto, dalla parte del canale, trovando ivi quella declività, lasceranno la primiera direzione, e si spargeranno sulla platea, e così sparse, e assottigliate percuoteranno meno colla lor caduta il fondo sottoposto, e meno lo scaveranno. Poichè

l'artifizio proposto dallo Zendrini nel suo libro delle leggi, e fenomeni dell' acque correnti, per mezzo di cui vuole salvare i fondamenti della pescaia nelle due estremità, proponendo che si disponga la platea in due piani inclinati l'uno verso l'altro, sicchè formino un angolo nella linea di mezzo della platea; mi fa temere che per questo mezzo col quale vuol difendere il fondamento della pescaia dalle due parti laterali, raccogliendosi l' acque in quell'angolo comune come in una fossa, possono nuocere al fondamento della pescaia nel mezzo della sua parte anteriore, ove esse debbon battere, nello scaricarsi dall' angolo della platea, accresciute ivi di corpo, e di forza.

INDICE

DEGLI OPUSCOLI CONTENUTI IN QUESTO VOLUME.

Tav. 1ª

Tav. 2.

la di Piedi 3000 di Svezia
1000. 1500. 2000. 2500. 3000.
Fiume Gotha sopra Trollhetta
Prestes Kedet
Fig. 5.
Fig. 3.
Fig. 4.
lle parti superiori
a 3000 Milanesi
Sostegno
Sostegno
Adda